

**ÉVALUATION DU POTENTIEL DE MOBILISATION DE TROIS APPLICATIONS MOBILES DE SCIENCE
PARTICIPATIVE À TRAVERS L'ANALYSE DE LEURS EXPÉRIENCES UTILISATEURS.**

Par
Marius André

Essai de double diplôme présenté au
Centre universitaire de formation en environnement et développement durable et au
Département de biologie en vue de l'obtention des grades de maître en environnement
et de maître en écologie internationale

Sous la direction de Madame Bénédicte Thérien
et de Madame Sophie Calmé

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
Cheminement de type cours en gestion de l'environnement

MAÎTRISE EN BIOLOGIE
Cheminement de type cours en écologie internationale

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Mai 2017

Sommaire

La révolution numérique, portée par l'apparition d'outils et objets centrés sur des expériences utilisateurs innovantes, a une influence grandissante sur les comportements sociaux des utilisateurs. Parallèlement à la démocratisation de cette technologie, un phénomène d'éloignement grandissant entre les citoyens et la nature est observé, s'expliquant, entre autres, par l'urbanisation, la distance des communautés aux milieux naturels et la diminution du temps libre associée à l'utilisation des outils numériques. Cette perte de contact avec la nature a des conséquences importantes sur le développement de la sensibilité environnementale, qui est un déterminant important des comportements pro-environnementaux des individus.

Paradoxalement, des organismes proposent des solutions utilisant la technologie pour permettre un pont entre les individus et l'environnement afin de répondre à cette problématique. C'est le cas des projets de science participative qui intègrent peu à peu la technologie via le développement des applications mobiles de science participative (AMSP). Ces applications visent à créer un processus collaboratif entre profanes et scientifiques à travers l'acquisition de données numériques. Dans le domaine de conservation de la biodiversité, certaines AMSP ont pour objectif la collecte de données d'éléments de la flore (par ex : prise de photos de plantes), ce qui incite les utilisateurs à entrer en contact avec la nature et qui contraste avec le phénomène précédent d'éloignement des individus à leur environnement. Ainsi, les AMSP semblent présenter un potentiel de sensibilisation des utilisateurs en favorisant un contact privilégié et agréable avec la nature.

Dans le cadre de cet essai, la capacité de l'application mobile à engager et maintenir les utilisateurs actifs autour des fonctions de l'application, par le biais d'une expérience agréable est définie comme le potentiel de mobilisation. Cette capacité de l'application à permettre à l'utilisateur d'entrer en contact avec la nature de façon durable et agréable (c'est-à-dire à le mobiliser) est un facteur contribuant au développement d'une sensibilité à l'environnement, elle-même un des déterminants à l'adoption de comportements pro-environnementaux. Pour ce faire, les attributs de l'application sont importants pour permettre une expérience agréable, notamment à travers des caractéristiques attrayantes telles qu'une interface ergonomique ainsi que des fonctionnalités ludiques et innovantes, regroupée sous le terme d'expérience utilisateur.

Certaines études ont d'ailleurs démontré que la capacité de mobilisation des applications mobiles s'appuie sur une expérience utilisateur composée de trois qualités : hédonique (plaisir), pragmatique (efficacité) et d'attraction (attractivité) et structurée en diverses dimensions telles que l'originalité ou la compréhensibilité. Compte tenu de la récence de la mise en marché de ces AMSP, peu de données sont disponibles dans la littérature en ce qui concerne l'expérience utilisateur des

AMSP. Parmi ces études, la majorité suggère que l'expérience utilisateur est un élément négligé par les AMSP ce qui mène à de faibles appréciations des utilisateurs envers les applications.

Le présent essai visait donc à évaluer l'expérience utilisateur des AMSP dans un contexte des sciences naturelles afin de cibler des pistes d'amélioration pour optimiser le potentiel de mobilisation. Pour cela, trois objectifs ont été visés : (1) dresser un portrait du succès des applications mobiles en lien avec l'expérience utilisateur et les sciences participatives, (2) évaluer l'expérience utilisateur de trois AMSP, (3) proposer des recommandations d'amélioration de cette expérience utilisateur visant à optimiser le potentiel de mobilisation, et par le fait même, augmenter la capacité de sensibilisation environnementale par l'AMSP.

Une faible performance de l'expérience utilisateur a été observée dans les trois AMSP sélectionnées qui portaient sur l'identification végétale : PI@ntNet, iNaturalist et Leafsnap. En effet, malgré de bons résultats dans certaines dimensions des qualités hédoniques et d'attraction telles que l'originalité ou l'attractivité, les expériences utilisateurs sont globalement très moyennes et parsemées de nombreux effondrements. Ces observations illustrent la difficulté chronique des AMSP à proposer des expériences utilisateurs permettant une bonne mobilisation des usagers à travers l'engagement et le maintien. Cette difficulté relève, en partie, du manque de syntonisation entre les développeurs et les utilisateurs. Pourtant, les participants ont démontré une attraction pour la mission socio-environnementale de ces applications ainsi que pour l'originalité de leur approche d'identification des végétaux. Il existe donc une opportunité intéressante de mobilisation des individus autour des AMSP qui devra passer par l'amélioration de certaines composantes de l'expérience utilisateur.

Trois domaines d'amélioration du potentiel mobilisation ont été identifiés : l'engagement et le maintien des utilisateurs, ainsi que la conception des AMSP. En effet, la faible performance de l'expérience utilisateur observée dans la présente étude pourrait être améliorée via diverses actions visant l'engagement et le maintien des utilisateurs telles que la ludification, l'amélioration de l'accessibilité de l'interface utilisateur ou l'utilisation d'incitatifs économiques et non monétaires. Ces actions doivent s'intégrer à un nouveau système de conception des AMSP inclusif, itératif et centré sur les motivations des utilisateurs.

En conclusion, la présente étude a permis de mieux comprendre les déterminants de mobilisation de trois AMSP dans le domaine des sciences de la nature (PI@ntNet, iNaturalist, LeafSnap) à travers l'évaluation de l'expérience utilisateur. L'hypothèse de base étant qu'un contact positif et agréable avec la nature, passant par un intermédiaire technologique, l'AMSP, permet de sensibiliser l'utilisateur au milieu naturel, ce qui peut éventuellement mener à l'adoption de comportements environnementaux responsables. Ainsi, des pistes d'amélioration de l'expérience

utilisateur ont été soulevées afin d'améliorer l'engagement et le maintien des usagers, et par extension, du potentiel de mobilisation.

Remerciements

Le présent essai n'aurait pu voir le jour sans les conseils avisés de mes deux co-directrices Sophie Calmé et Bénédicte Thérien. Que ce soit par l'accompagnement dans la recherche du sujet, l'ouverture d'esprit sur les thématiques abordées ainsi que les commentaires poussant continuellement à la réflexion, votre expertise a guidé l'élaboration de ce document.

Je souhaite remercier l'équipe de direction de mes deux maîtrises en Écologie Internationale et Gestion de l'environnement, respectivement Caroline Cloutier et Judith Vien. Votre soutien, qu'il soit administratif, académique ou rédactionnel, a permis de rassurer mes doutes lorsque je faisais face à des situations anxiogènes.

Je remercie sincèrement toutes les personnes ayant accompagné ma réflexion durant ces 6 mois de rédaction. Lou Lecuyer pour les nombreuses conversations orientant mes pensées, Jean-François Vachon pour m'avoir poussé à faire coexister travail et étude durant ma rédaction, François Burra pour ses conseils dans des domaines inconnus tels que l'expérience utilisateur ou le design de produit, Pierre Bonnet pour m'avoir permis le libre accès aux données de l'application mobile PI@ntNet et enfin les participants ayant permis l'évaluation des expériences utilisateurs.

Je souhaite remercier le support continu de ma famille, de mes colocataires, de mes amis ainsi que de mon être cher, Gabrielle. Votre présence, bien que parfois anodine, a constamment nourri ma motivation qui semblait s'envoler au fil du temps.

Finalement, je remercie les stimulants naturels qui ont accompagné mes heures de rédaction durant ces six derniers mois : le café, les playlists motivantes de Partenaire Particulier et les chats Bruce et Lionel.

Table des matières

SOMMAIRE	i
REMERCIEMENTS	iv
TABLE DES MATIÈRES	v
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX.....	vii
LISTE DES ACRONYMES, DES SIGLES ET DES SYMBOLES	viii
LEXIQUE	ix
INTRODUCTION	1
1.CHAPITRE 1 - APPLICATIONS MOBILES : DE LEUR LANCEMENT À LEUR INTÉGRATION DANS LA SCIENCE PARTICIPATIVE	3
1.1 Un produit technologique à succès	3
1.1.1 Les prémisses des applications mobiles	3
1.1.2 La démocratisation	5
1.1.3 Un succès social.....	6
1.1.4 Vers une recherche de mobilisation des utilisateurs	8
1.2 L'expérience utilisateur comme fondement du succès.....	11
1.2.1 Des applications mobiles centrées sur l'expérience utilisateur	11
1.2.2 Évaluation de l'expérience utilisateur	12
1.3 Une technologie au service de la nature	15
1.3.1 Définition de la science participative	15
1.3.2 L'intégration de la technologie comme facilitateur du lien homme-nature	16
2. CHAPITRE 2 - MÉTHODOLOGIE	18
2.1 Sélection des applications mobiles.....	20
2.2 Expérience utilisateur	20
2.3 Échantillon de convenance.....	21
3. CHAPITRE 3 - RÉSULTATS	22

3.1	Choix des applications mobiles	22
3.2	Détails sur les échantillons de convenance	26
3.3	Évaluation de l'expérience utilisateur	27
3.3.1	Pl@ntNet	27
3.3.2	iNaturalist.....	29
3.3.3	LeafSnap	31
3.3.4	Analyse comparative	33
4.	CHAPITRE 4 – DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS	35
4.1	Des traits communs d'appréciation	35
4.1.1	Qualité d'attraction.....	35
4.1.2	Qualité pragmatique	36
4.1.3	Qualité hédonique.....	37
4.2	Amélioration de l'expérience utilisateur	38
4.2.1	L'engagement	38
4.2.2	Le maintien	40
4.2.3	Vers une transformation transversale des AMSP	41
4.2.4	Perspectives d'études futures	41
	CONCLUSION.....	45
	LISTE DES RÉFÉRENCES.....	47
	ANNEXE 1 : BIBLIOGRAPHIE	55
	ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE DE L'UEQ	58
	ANNEXE 3 : INTERVIEW SEMI-DIRIGÉE	60

Liste des figures et tableaux

Figure 1.1 Structure de l'UEQ en fonction des qualités (gras), dimension (normal) et éléments (en italique)	14
Figure 2.1 Schéma explicatif résumant les étapes de la méthodologie	19
Figure 3.1 Histogramme d'évaluation de l'expérience utilisateur de l'application PI@ntNet à travers les six dimensions proposées (N=6).	28
Figure 3.2 Expérience utilisateur de l'application PI@ntNet intégrée dans les résultats des 246 autres évaluations heuristiques.	29
Figure 3.3 Évaluation de l'expérience utilisateur de l'application iNaturalist à travers les six dimensions proposées (N=5).	30
Figure 3.4 Histogramme de l'expérience utilisateur de l'application iNaturalist intégré aux résultats des 246 autres évaluations heuristiques	31
Figure 3.5 Évaluation de l'expérience utilisateur de l'application LeafSnap à travers les six dimensions proposées (N=4).	32
Figure 3.6 Expérience utilisateur de l'application LeafSnap intégrée aux résultats des 246 autres évaluations heuristiques.	33
Figure 3.7 Comparaison de l'évaluation de l'expérience utilisateur entre les trois applications. PI@ntNet = bleu ; iNaturalist = orange ; LeafSnap=gris.	34
Figure 4.1 Illustration d'un développement de design par les extrêmes. Les flèches montrent le sens de développement afin d'atteindre la masse.	44
Tableau 1.1 Définition et données de suivi des quatre domaines de succès des applications mobiles (les domaines en lien avec le potentiel de mobilisation sont en bleu)	10
Tableau 1.2 Questions relatives aux six dimensions de l'UEQ.	13
Tableau 3.1 Description des dix applications mobiles.....	23
Tableau 3.2 Matrice de sélection des trois applications mobiles finales (les trois applications retenues sont en fond bleu).	25
Tableau 3.3 Caractéristiques des participants des trois applications mobiles sélectionnées	26
Tableau 3.4 Qualités de l'expérience utilisateur des trois applications iNaturalist, PI@ntNet et LeafSnap (min= -3 ; max=3).....	34
Tableau 4.1 Étapes et description du MVP	43

Liste des acronymes, des sigles et des symboles

Les acronymes n'ayant pas d'équivalents en français sont laissés sous leur forme anglaise dans le texte.

AMSP	Application(s) mobile(s) de science participative
MVP	<i>Minimum viable product</i>
NASA	Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace
UEQ	Questionnaire d'expérience utilisateur (traduction libre de l'anglais <i>User Experience Questionnaire</i>).

Lexique

Application mobile	Application conçue pour être téléchargée et fonctionner sur un appareil mobile.
Échelle de Likert	Échelle de jugement utilisée pour évaluer des attitudes, perceptions ou opinions.
Effondrement (phénomène)	Défaut du logiciel ou du matériel se manifestant par des anomalies de fonctionnement.
Effondrement (taux)	Proportion d'anomalies de fonctionnement au sein d'une application mobile.
Engagement	Capacité d'une application mobile à attirer de nouveaux utilisateurs et à les engager autour des objectifs de l'application à court terme
Évaluation heuristique	L'évaluation heuristique d'un "état" implique l'application d'une fonction d'évaluation de cet état afin de générer une valeur représentant la désirabilité de l'état.
Expérience utilisateur	Ensemble des perceptions et des interactions qui résultent de l'utilisation d'un produit ou d'une ressource informatique.
Fracture numérique	La fracture numérique désigne le plus souvent l'inégalité d'accès aux technologies numériques.
Géolocalisation	Ensemble des techniques qui permettent, dans le contexte de l'utilisation d'appareils mobiles, comme les téléphones cellulaires, de déterminer au moyen de satellites leur position géographique à partir des ondes radio qu'ils émettent.
Ludification	Application des mécaniques propres aux jeux pour inciter de façon ludique les utilisateurs à adopter un comportement souhaité.
Maintien	Capacité d'une application mobile à maintenir les utilisateurs de manière active autour des objectifs de l'application.
Mobilisation	Capacité d'une application mobile à engager et maintenir actif les utilisateurs autour de ces fonctions à travers une expérience utilisateur agréable
Nature technologique	Interaction avec la nature facilitée par l'utilisation de la technologie (digitale, technique, industrielle, etc.).
Plateforme	Structure matérielle d'un système informatique, principalement basée sur le type de système d'exploitation utilisé.

Processus itératif	Exécution répétée d'une opération dans laquelle, à chaque répétition, des résultats obtenus au cours de l'exécution précédente sont utilisés comme opérandes.
<i>Minimum viable product</i>	Le <i>minimum viable product</i> est une stratégie de développement de produit, utilisée pour de rapides et quantitatifs tests de mise sur le marché d'un produit ou d'une fonctionnalité.
Qualité d'attraction – attractive	Qualité relative à l'expérience utilisateur et centralisée sur l'attractivité de l'application
Qualité hédonique	Qualité relative à l'expérience utilisateur et centralisée sur l'application du soi à travers l'application.
Qualité pragmatique	Qualité relative à l'expérience utilisateur et centralisée sur l'accomplissement de tâche par l'utilisateur.
Taux de rétention	Le taux de rétention d'une application mobile mesure la fréquence d'usage des individus l'ayant installée un certain temps après le chargement de l'application
Téléphone intelligent	Téléphone mobile qui intègre un ordinateur personnel qui le transforme en un outil de communication hybride capable de gérer et de transmettre des données informatiques ou multimédias.
Téléphone mobile	Appareil téléphonique qui établit des liens de communication par ondes radio et qu'on peut utiliser en se déplaçant.
Utilisateur	Individu qui utilise une machine, un appareil, un service.

Introduction

Le contact avec la nature est un élément déterminant du développement de la sensibilité envers le milieu naturel. En effet, les expériences diverses avec la nature, allant par exemple d'un trajet urbain quotidien à l'isolement en nature, permettent de forger une identité écologique à travers laquelle les individus s'identifient à des éléments biophysiques de leur région (Pruneau et al., 2002). La répétition de ces expériences favorise grandement la sensibilité environnementale qui se manifeste par des habitudes, attitudes, ressentis et attentions pour les diverses composantes d'un milieu naturel (Pruneau, 1995 ; Chawla, 1998). De plus, la sensibilité à l'environnement, favorisée par le contact avec la nature, peut contribuer à stimuler l'adoption de comportements pro-environnementaux qui sont définis comme « des comportements adoptés par un individu qui décide, de façon consciente, de minimiser ses impacts négatifs sur les milieux naturels et construits » (Kollmuss et Agyeman, 2002, p. 2).

En parallèle, un déclin de l'exposition des individus au milieu naturel peut être observé (Louv, 2009) avec comme résultat une diminution de la sensibilité à l'environnement (Leboeuf *et al.*, 2013). Cette situation s'explique en partie par l'éloignement géographique à travers le phénomène d'urbanisation grandissante (Agence Science Presse, 2016). De plus, l'augmentation du temps passé sur les outils numériques vient renforcer le phénomène d'éloignement à l'environnement. En effet, l'utilisation mondiale des outils numériques (ordinateurs et appareils mobiles) pour les loisirs est en forte augmentation depuis 4 ans, passant de 2 heures 31 minutes d'utilisation journalière en 2011 à 4 heures 12 minutes en 2015 (Emarketer, 2015b). Les applications mobiles sont au cœur de ce phénomène à succès comme en témoigne les 100 milliards d'applications mobiles téléchargées toutes plateformes confondues en 2013 (Shen & Blau, 2013). Dès lors, le besoin de solutions de mise en contact entre le citoyen et la nature se fait ressentir dans les milieux urbanisés et pourrait d'ailleurs éventuellement passer par ces mêmes technologies numériques.

Les conséquences de l'essor des applications mobiles, couplées au phénomène d'éloignement au milieu naturel, incitent les organismes publics et privés à repenser leurs stratégies de diffusion et de sensibilisation à travers l'utilisation de ces outils, qui ont démontré leurs capacités d'information, de sensibilisation, ou de passage à l'acte pour des publics diversifiés (Wald *et al.*, 2016 ; Silvertown, 2009). Faisant une pierre deux coups, les projets de recherche collaborative associant scientifiques et profanes par le biais des applications mobiles de science participative permettent aux utilisateurs d'entrer en contact avec la nature à travers la collecte de données. C'est d'ailleurs le cas avec les applications d'identification d'oiseaux iBird ou de plantes invasives Th@s Invasive par le biais d'une capture photographique (Merenlender *et al.*, 2016). De plus, divers auteurs stipulent que les AMSP

présentent des capacités intéressantes d'engagement – utilisation à court terme – et de maintien – utilisation à long terme – des utilisateurs à travers la réalisation des tâches principales de l'application (identification, interaction avec communauté, etc.) (Wald *et al.*, 2016 ; Ellwood *et al.*, 2016).

L'engagement et le maintien sont considérés par certains auteurs comme deux composantes majeures du potentiel de mobilisation des applications (Wald *et al.*, 2016 ; Kim *et al.*, 2016). Par ailleurs, l'expérience utilisateur est considérée comme un facteur clef du potentiel de mobilisation des applications (Nielsen, 1994 ; Wald *et al.*, 2016). L'expérience utilisateur est définie par l'OQLF (2016, p. 1) comme « l'ensemble des perceptions et des interactions qui résultent de l'utilisation d'un produit ou d'une ressource informatique ». Divers auteurs se sont intéressés à l'apport des AMSP dans la sensibilisation des utilisateurs (Sandbrook *et al.*, 2015 ; Ellwood *et al.*, 2016), mais peu d'études ont évalué l'expérience utilisateur dans une optique de mobilisation (Wald *et al.*, 2016). Le présent essai vise à évaluer l'expérience utilisateur afin d'optimiser le potentiel de mobilisation. Pour cela, trois objectifs sont visés : (1) dresser un portrait du succès des applications mobiles en lien avec l'expérience utilisateur et les sciences participatives. 2) Évaluer l'expérience utilisateur de trois AMSP. (3) Proposer des recommandations d'amélioration de cette expérience utilisateur visant à optimiser le potentiel de mobilisation.

Quatre chapitres alimentent la réflexion abordée. Dans le premier chapitre, je documenterai l'émergence des applications mobiles, l'importance de l'expérience utilisateur et des méthodes permettant son évaluation, pour terminer sur une brève description des AMSP et de leur potentiel de mobilisation. Dans le deuxième chapitre, je présenterai la méthodologie de sélection des AMSP, de création des échantillons de convenance et d'évaluation de l'expérience utilisateur. Dans le troisième chapitre, je présenterai les AMSP sélectionnées et j'analyserai les résultats de l'évaluation utilisateur pour chaque application mobile. Finalement, dans le quatrième chapitre, les résultats seront interprétés à la lumière des écrits scientifiques publiés, suivis par des recommandations d'amélioration.

Chapitre 1

Applications mobiles : de leur lancement à leur intégration dans la science participative

La révolution technologique qui prend place depuis les années 1980 a doté plusieurs millions d'individus d'outils numériques de création, de modification et de partage de contenus via un réseau global connu sous le nom d'internet. L'essor des ordinateurs personnels dans les années 1990 puis des téléphones intelligents dans les années 2000 ont transformé les moyens de consommation de l'information, ainsi que de communication et de transmission de données. Au sein de cette révolution, les applications mobiles de la téléphonie mobile intelligente représentent des outils technologiques à succès qui modifient les comportements sociaux de leurs utilisateurs. Le présent chapitre présente, dans un premier temps, l'essor de ces produits technologiques à travers l'étude de leur prémisses, de leur démocratisation, de leur succès social, et du phénomène de forte concurrence, pour aborder dans un deuxième temps les enjeux associés à l'évaluation de l'expérience utilisateur des applications mobiles, puis terminer par l'intégration de cette technologie dans la science participative.

1.1 Un produit technologique à succès

Les applications mobiles sont des produits technologiques qui présentent un succès mondial depuis quelques années (Shen & Blau, 2013). La réussite de ces outils réside dans l'histoire de leur développement constamment lié à l'expansion de la téléphonie, à la démocratisation des téléphones intelligents, ainsi qu'à la création d'une expérience nouvelle intéressante pour l'utilisateur.

1.1.1 Les prémisses des applications mobiles

Pour comprendre l'émergence des applications mobiles, il faut situer l'évolution de leur premier support : les téléphones mobiles. La première commercialisation des téléphones mobiles remonte au milieu des années 1980 avec le Motorola DynaTA 8000 X qui possédait des caractéristiques très contraignantes comme son poids, sa batterie ou son prix de 3 995 \$ (Clark, 2012). Ces contraintes ont amené l'industrie mobile à redoubler d'effort pour agrandir le marché à travers l'amélioration de la puissance, de la batterie, de l'ergonomie et la réduction du prix (Clark, 2012).

C'est ainsi qu'en 1996 le Nokia 9000 est annoncé sur le marché. Alors considéré par certains technophiles comme le premier téléphone intelligent, il est composé d'un clavier et d'un écran large et représente le premier outil d'une longue série définie par l'Office québécois de la langue française (2010, p.1) comme :

« Téléphone cellulaire qui, en plus d'offrir des fonctions téléphoniques, intègre un assistant numérique personnel qui le transforme en un outil de communication hybride capable de traiter et de transmettre par voie radioélectrique des données informatiques ou multimédias. »

L'orientation de l'industrie téléphonique mobile vers des outils intelligents intégrant diverses fonctions a permis l'intégration d'applications ludiques. Suivant l'explosion du marché des jeux vidéo, les premières applications ludifiées¹ virent le jour à la fin des années 1980 à travers des distributeurs tels que Nokia (Clark, 2012). Composés d'une interface simple, ces nouveaux outils ont permis de donner une utilité seconde aux téléphones, auparavant cantonnés à la réception d'appels et à l'envoi de messages (Sarwar et Somroo, 2013).

Bien qu'une majorité d'ingénieurs vît dans ces applications une perte de temps pour les équipes de développement comme pour les utilisateurs, la demande du public ne cessa d'augmenter à la fin des années 1990 (Clark, 2012). Cependant, les limites technologiques de l'époque, illustrées par le manque d'espace mémoire pour héberger ces applications, ne permettaient pas l'explosion du marché. Il a fallu attendre le début des années 2000 et la diffusion d'Internet pour ouvrir des possibilités de diversification des applications et interfaces (Agar, 2013). Malgré les nombreuses possibilités liées à l'émergence de cette autoroute électronique qu'est Internet, les applications semblaient peu évoluer à cause des difficultés d'intégration des processus du Web dans les téléphones (Agar, 2013). Divers systèmes ont tenté en vain de pallier ces limites tel que le *wireless application protocol* (WAP), version simplifiée et austère du HTTP utilisé sur Internet, qui engendrait de longues heures de connexion et d'attente pour un résultat médiocre, une expérience utilisateur de mauvaise qualité et une facture élevée (Clark, 2012 ; Agar, 2013).

Les utilisateurs de téléphone témoignèrent de plus en plus d'impatience face à cette lenteur de développement. La démocratisation des outils de jeux portables tels que la Gameboy de Nintendo, qui proposaient une expérience simple et efficace de jeu sur des surfaces portables, créa un incitatif de passage à l'action pour les développeurs de téléphonie mobile. En effet, la pression du jeune public à vivre une expérience unique ludifiée via leur portable amena les grandes marques de téléphonie à partager leur protocole afin de voir émerger de nouvelles possibilités pour leurs

¹ Acte de rendre une application plus accessible par le biais de la prédisposition humaine au jeu,

produits (Clark, 2012). L'explosion des collaborations a eu pour conséquence la diversification des protocoles, outils et langages possibles pour le développement d'applications mobiles. La conséquence fut, au début des années 2000, la fragmentation totale du marché des applications mobiles.

Les répercussions pour les utilisateurs furent palpables avec le développement des premières plateformes mobiles telles que RIM Blackberry OS ou Symbian OS (Sarwar et Somroo, 2013). Les utilisateurs avaient désormais accès à des applications mobiles intuitives, ludifiées et proposant une expérience agréable. Cependant, les frais d'accès, de téléchargement et d'utilisation, couplés au besoin d'un téléphone mobile puissant, limitèrent l'utilisation des applications mobiles à une classe sociale ayant une curiosité envers les nouvelles technologies et les moyens d'y avoir accès. Il ne faudra pourtant qu'une dizaine d'années pour démocratiser la tendance et atteindre la barre symbolique des 100 milliards de téléchargements d'applications mobiles sur l'Apple Store.

1.1.2 La démocratisation

Cent milliards de téléchargements d'applications mobiles, 63 milliards d'euros de chiffre d'affaires en Europe et 63 000 emplois au Canada, voici brièvement ce que représentait le marché des applications mobiles en 2013 (Shen & Blau, 2015 ; Mulligan et Card, 2014). Quelles sont les raisons qui ont conduit à une telle explosion de cette industrie numérique en l'espace de 15 ans ? Plusieurs facteurs expliquent la réussite des applications mobiles : l'avènement de la téléphonie accessible grâce à la réduction des prix d'acquisition et de service, ainsi que le lancement des plateformes centralisées de téléchargement.

Il a fallu attendre l'émergence de technologie de rupture, définie comme une innovation technologique qui finit par remplacer une technologie dominante sur un marché, pour atteindre une démocratisation totale des applications mobiles. Cela se concrétise en 2007 par le lancement par Apple de l'iPhone, qui met l'expérience utilisateur au cœur de son système de vente afin de faciliter l'accès à cette nouvelle technologie (Grut, 2015). C'est ainsi que depuis 2007, 1 milliard d'iPhone ont été vendus dans le monde (Les affaires, 2016). Ces chiffres se rajoutent aux ventes des téléphones intelligents d'autres compagnies reproduisant le succès du produit d'Apple.

Le succès des téléphones intelligents atteint son paroxysme lors de l'ouverture de l'Apple Store en 2010, suivi du Google Play en 2012, deux plateformes de téléchargement d'applications mobiles. Dès leur lancement, les deux plateformes ont connu un succès fulgurant qui se concrétise aujourd'hui par des chiffres faramineux : 140 millions d'applications mobiles téléchargées de manière cumulative dans l'Apple Store et 65 millions sur le Google Play (Statista, 2016a). C'est

ainsi que les créateurs et distributeurs de téléphones intelligents ont pris contrôle des canaux de distribution des applications mobiles. Malgré des visions différentes, Apple Store étant une plateforme privée et Google Play étant libre d'accès, ces deux lancements cristallisent le lien existant entre l'outil physique qu'est le téléphone intelligent et les applications virtuelles permettant de lui donner vie. Pour les utilisateurs, les deux plateformes représentent une simplicité fonctionnelle pour la recherche, le téléchargement, voire la soumission d'applications mobiles.

Ce lancement d'un produit minimaliste centré sur l'expérience utilisateur, couplé au développement des plateformes de téléchargement, a permis de toucher des publics plus larges socialement, économiquement et géographiquement. En effet, les pays moins industrialisés suivent la même tendance grâce à des téléphones financièrement plus accessibles et une couverture réseau en croissance. Ainsi, l'Inde, le Mexique ou encore le Vietnam sont considérés comme des marchés émergents pour l'industrie des téléphones intelligents et incidemment, des applications mobiles (App Annie, 2016). Petit à petit, les téléphones intelligents rejoignent un public de plus en plus diversifié. Alors que le public jeune et technophile fut rejoint lors du lancement de téléphones intelligents proposant des applications de divertissement et d'éducation, le public senior fut atteint lors de la simplification du design et de l'expérience utilisateur. C'est ainsi que 21 millions de Canadiens (plus de 65 % de la population) possédaient un téléphone intelligent en 2014 pour un total de 18 millions d'utilisateurs d'applications mobiles (ICTC, 2014).

1.1.3 Un succès social

Le succès mondial des applications mobiles ne s'explique toutefois pas seulement par l'utilisation d'une stratégie de commercialisation ou par l'expansion du domaine de la téléphonie. En effet, malgré une augmentation des innovations technologiques, peu d'outils novateurs ont atteint le grand public avec un tel succès comme les applications mobiles. Dès lors, il est légitime de se questionner sur les raisons sociales de ce succès.

Dans un premier temps, les applications mobiles répondent avec succès aux besoins sociétaux engendrés par l'émergence de la téléphonie mobile. En effet, les applications mobiles permettent de répondre à un besoin de contact avec ses proches, par des applications facilitant l'échange de messages, de combler le temps libre, par l'utilisation d'applications de jeux, de disposer pour les compagnies de leurs employés durant toute la journée, par le biais d'applications de courriels, ainsi que d'être reconnu par la communauté par le biais d'applications de rencontres, de comparaison ou d'appartenance à des groupes (Lacohée *et al.*, 2013; Elejalde-Ruiz, 2017).

Dans un deuxième temps, les applications mobiles et leur support technologique (téléphones intelligents) ont des conséquences sur la santé, l'éducation et la qualité de vie avec de nombreux

impacts sociaux positifs et négatifs (Sarwar & Soomro, 2013). Dans le domaine de l'éducation, l'utilisation des téléphones intelligents et des applications mobiles a permis de résoudre des difficultés d'accessibilité géographique à l'enseignement dans les pays en voie de développement et de fournir une expérience éducative immersive favorisant l'apprentissage dans les pays développés (Uzunboylyu *et al.*, 2009 ; Kumar, 2011). Ces impacts positifs s'accompagnent de dangers tels que l'utilisation pour la triche ou la procrastination (Sarwar & Soomro, 2013).

Le domaine de la santé subit une petite révolution depuis l'apparition des applications mobiles connectant patients et médecins et facilitant l'accès aux services (Sarwar & Soomro, 2013). Le secteur des technologies de la santé est en pleine effervescence et les jeunes entreprises ne cessent de démocratiser l'accès à la médecine virtuelle (Sarwar & Soomro, 2013). Le marché est très important avec plus de 40 000 applications mobiles de santé disponibles sur les plateformes de téléchargement, 247 millions d'utilisateurs et 83 % des acteurs de la santé qui utilisent des applications mobiles pour faciliter leur travail au quotidien (Laird, 2012 ; Wyatt & Krauskopf, 2012).

Les risques de santé associés à l'utilisation répétée des applications mobiles et du téléphone intelligent sont cependant nombreux (fatigue, dépression, manque de concentration, diminution de la sédentarité) et se centralisent sur une composante de surexposition de l'utilisateur (Sarwar & Soomro, 2013). En effet, il a été observé des effets négatifs sur la santé (dépression) ainsi que sur la diminution des capacités cognitives de l'utilisateur lors de l'utilisation abusive des téléphones intelligents (Sarwar & Soomro, 2013). Cette diminution s'explique par le choix d'outils facilitant la rapidité d'action au détriment de la réflexion comme les calculatrices ou les outils de recherche d'un lieu géographique (Sarwar & Soomro, 2013). De plus, l'utilisation hebdomadaire de téléphone intelligent semble corrélée positivement avec l'indice de masse corporelle chez certains individus (Lajunen, 2007). Pourtant, des impacts positifs ont été aussi observés lors de l'utilisation des téléphones intelligents et des applications mobiles tels que des effets positifs liés à l'accès à l'information ou la réduction du sentiment d'éloignement ainsi que dans la création de communauté de soutien (Sarwar & Soomro, 2013).

En conclusion, les applications mobiles sont un succès social mondial, tant par leur popularité que leur degré d'utilisation, et leurs conséquences, autant négatives que positives, sont tangibles. Ainsi, l'avenir de ces applications mobiles dans leur capacité à mobiliser des utilisateurs réside dans leur potentiel de création d'une expérience riche, enrichissante et unique pour l'utilisateur. Ce rapport entre individu et application est appelé expérience utilisateur.

1.1.4 Vers une recherche de mobilisation des utilisateurs

Depuis quelques années, il existe un phénomène d'explosion de l'offre d'applications mobiles. En effet, l'augmentation de l'accessibilité au développement informatique, le nombre croissant de ressources humaines spécialisées en applications mobiles et la réduction des coûts numériques ont permis une croissance du nombre d'applications proposées dans les plateformes de téléchargement (Udland, 2016). C'est ainsi qu'entre 2010 et 2015, plus de 3 millions d'applications mobiles ont été ajoutées sur les plateformes de l'Apple Store et Google Play et 275 000 individus sont devenus créateurs de logiciel seulement aux États-Unis (Rochon, 2014 ; Hercher, 2015).

Ce phénomène d'explosion de l'offre s'accompagne d'une convergence des utilisateurs vers certaines applications mobiles. En effet, outre l'explosion annuelle des applications de transport privé (par exemple Uber) ou de rencontres (par exemple Tinder), des diminutions annuelles de téléchargements allant jusqu'à 27 % ont été notées dans certaines zones des États-Unis (App Annie, 2016 ; Udland, 2016). Ainsi, l'engagement des utilisateurs, défini dans le présent essai comme l'adoption et l'utilisation à court terme des applications, diminue et se centralise vers certaines applications. De plus, le nombre moyen d'applications par téléphone n'a pas évolué depuis 2011, avec une moyenne de 27 applications par détenteur de téléphone intelligent et cela malgré l'augmentation du nombre d'heures d'utilisation (Nielsen Institute, 2015). Ainsi, le maintien des utilisateurs, défini dans le présent essai comme la rétention des utilisateurs à long terme, augmente dans un nombre limité d'applications.

Face à ces constats, certains auteurs proposent de considérer l'engagement et le maintien des utilisateurs comme des facteurs clefs dans l'amélioration des applications (Wald *et al.*, 2016 ; Kim *et al.*, 2013). Dans le cadre de l'industrie des applications mobiles, il est proposé de suivre quatre grands domaines de données afin de mesurer le succès des applications : la performance, l'engagement des utilisateurs, le maintien des utilisateurs et les caractéristiques de revenu (App dynamics, 2015). Parmi ces quatre domaines, le suivi des trois domaines d'effondrements, d'engagement et de maintien permet de recueillir des données dans l'optique d'optimiser l'application comme présenté au tableau 1.1 (App dynamics, 2015). En effet, les effondrements sont des événements fréquents qui vont inciter l'utilisateur à délaisser l'application (Khalid *et al.*, 2015). De plus, de nombreux auteurs affirment que des efforts associés à l'engagement et au maintien des utilisateurs vont augmenter la loyauté des utilisateurs ainsi que le nombre de téléchargements (Kim *et al.*, 2013 ; Peters *et al.*, 2016). Finalement, certains auteurs vont jusqu'à considérer l'engagement comme élément central du design de l'interface d'une application (Wald *et al.*, 2016 ; Fang *et al.*, 2017).

Ainsi, l'engagement et le maintien sont deux composantes fondamentales du potentiel de mobilisation des applications, qui se définit dans le présent essai comme la capacité à attirer des utilisateurs à court terme (engagement) et à les maintenir actifs sur le long terme (maintien). Certaines études ont démontré que le potentiel de mobilisation s'appuie, entres autres, sur une expérience utilisateur efficace, originale et attractive (Wald *et al.*, 2016 ; Bowser *et al.* 2014). Il semble donc pertinent de considérer l'expérience utilisateur comme point d'étude possible du potentiel de mobilisation des applications mobiles.

Tableau 1.1 Définition et données de suivi des quatre domaines de succès des applications mobiles (les domaines en lien avec le potentiel de mobilisation sont en bleu)

Domaines	Description	Données d'évaluation			
Performance	Correspond à la capacité de l'interface à ne pas s'effondrer, à répondre dans un temps optimal, à supporter de forts taux de téléchargements et à encaisser les erreurs de service (plateformes).	Effondrement	Délai de retard de réponse de l'interface utilisateur	Délai de retard de réponse de l'application	Nombre de téléchargements
Engagement	Mesure les utilisateurs fréquents de manière journalière, hebdomadaire et mensuelle tout en cernant leurs caractéristiques (type de téléphone, démographie, géographie).	Nombre d'utilisateurs uniques	Plateforme utilisée	Géographie	
Maintien	Évalue l'implication de l'utilisateur dans l'application à travers son taux de rétention ou la longueur des sessions.	Nombre et durée des sessions	Intervalle entre les sessions	Taux de rétention	Taux d'abandon
Modèle de monétisation	Identifie le modèle économique de déploiement de l'application, le type de monétisation, le taux d'abandon des utilisateurs ainsi que les partenariats de développement.	Coût d'acquisition		Évaluation dans la plate-forme	

Inspiré de Appdynamics (2015) et Geronimo (2015)

1.2 L'expérience utilisateur comme fondement du succès

L'expérience utilisateur est un des fondements de la mobilisation des utilisateurs à travers leur engagement et leur maintien précédemment présentés. En effet, alors que le modèle de monétisation prend en compte des critères financiers et économiques pour évaluer la rentabilité de l'application et que la performance repose sur les capacités informatiques de l'application, les domaines de maintien et d'engagement se fondent sur l'expérience de l'utilisateur. La présente section s'attarde à définir et situer historiquement ce concept ainsi qu'à présenter des modèles d'évaluation.

1.2.1 Des applications mobiles centrées sur l'expérience utilisateur

Définie par l'ISO 9241-10 (ISO, 2010) comme les perceptions et réponses d'un utilisateur face à l'utilisation directe ou anticipée d'un produit, l'expérience utilisateur est devenue un critère de succès fondamental pour les équipes de développement des applications mobiles. L'expérience de l'utilisateur prend source lors de la révolution industrielle, bien avant la démocratisation du terme par Don Norman en 1995 (Rushdan Tariq, 2015). C'est à travers le Taylorisme que naît la première étude d'interaction entre l'homme et ses outils, étude qui se confinait à une approche productiviste où l'outil nourrissait l'homme dans sa quête d'efficacité (Rushdan Tariq, 2015). Il faut attendre l'arrivée dans le marché de Toyota pour voir une première humanisation du système productif à travers l'intégration de l'humain dans l'amélioration de la chaîne de production. En 1955, Dreyfuss écrit l'un des premiers textes sur l'importance de l'expérience qu'un utilisateur vit avec un produit, dont le message se résume par la fameuse phrase « *When the point of contact between the product and the people becomes a point of friction, then the industrial designer has failed* »² (Dreyfuss, 1955, p. 24). Le terme d'expérience utilisateur est utilisé pour la première fois en 1988 par Don Norman dans son ouvrage d'influence *The Design of Everyday Things* (Rushdan Tariq, 2015) qu'il définit alors comme tout ce qui touche à l'interface expérientielle entre l'homme et le produit. Ce terme vient nourrir ce domaine en le rendant plus intégral et non cloisonné aux seuls domaines de l'interface et de l'ergonomie. Le terme deviendra ensuite le symbole du succès d'Apple, qui embauchera Norman en 1995.

L'émergence d'une multitude de domaines d'activités servant l'expérience utilisateur répond à un besoin grandissant des utilisateurs de vivre une expérience unique et innovante (Rochon, 2014). En effet, plus de six domaines et quelques 15 sous domaines d'activités tels que l'architecture, le

² Quand le point de contact entre le produit et l'individu devient un point de friction, alors le designer industriel a failli (traduction libre)

design de produit, l'ergonomie ou la science informatique sont considérés comme inhérents à l'expérience utilisateur (Rushdan Tariq, 2015). Cette diversité de domaines d'activités s'accompagne de la création d'une multiplicité d'emplois répondant aux nouvelles exigences dont doivent tenir compte les designers de produit, d'interface ou d'expérience utilisateurs. D'ailleurs, certains de ces domaines d'activités, tel que le design de produit, sont en explosion avec une augmentation prévue de 30 % des emplois dans les prochaines années (Favreau, 2013). L'atteinte de cet objectif d'expérience unique est garant de succès financier comme en témoignent les applications Tinder ou Uber (App Annie, 2016). Or, le succès financier n'est pas toujours la motivation première des acteurs, designers et penseurs de l'expérience utilisateur qui souhaitent pouvoir livrer des produits efficaces, pertinents et faciles d'utilisation. En témoigne l'émergence du design d'accessibilité qui permet l'intégration de classes d'utilisateurs fréquemment délaissés par les produits technologiques (Buley, 2013 ; Horton & Quesenbery, 2014).

L'expérience utilisateur s'inscrit désormais au cœur du développement des applications mobiles, tant pour l'atteinte d'un succès commercial que pour la création d'un produit accessible et éthique. Il existe une multitude d'outils et méthodes qui permettent d'évaluer cette nouvelle composante fondamentale à l'élaboration d'applications mobiles. Cette thématique sera traitée dans la section suivante.

1.2.2 Évaluation de l'expérience utilisateur

L'expérience utilisateur nécessite une méthode d'évaluation précise. Dès les années 1990, une première approche d'évaluation de l'expérience utilisateur, basée sur des critères de facilité d'utilisation de programmes digitaux, a été proposée (Nielsen & Molich, 1990). Depuis quelques années, on voit plutôt des questionnaires se basant sur le modèle théorique d'Hassenzahl *et al.* (2000). Ces auteurs établissent que les utilisateurs perçoivent les produits interactifs selon trois qualités : d'attraction, hédonique et pragmatique. La qualité d'attraction réside dans l'originalité du produit, la qualité pragmatique est la capacité à soutenir l'accomplissement de tâches, et la qualité hédonique réside dans l'accomplissement du soi à travers l'application. À titre d'exemple, une application ayant de bonnes qualités d'attraction, pragmatiques et hédoniques sera respectivement centrée sur la désirabilité (attraction), sur le produit (pragmatique) (utilité, facilité d'utilisation, réalisation des tâches) ainsi qu'orientée sur le plaisir de l'utilisateur (hédonique) (créatif, captivant, fédérateur).

Parmi les questionnaires visant à évaluer l'expérience utilisateur, l'*User Experience Questionnaire* (UEQ) propose une méthodologie simple, accessible et standardisée (Lallemand, 2014 ; All About UX, 2015). Élaboré en 2006, l'UEQ divise les trois qualités de Hassenzahl *et al.* (2000) en six

dimensions : l'attraction, la compréhensibilité, l'efficacité, la contrôlabilité, la stimulation et l'originalité. Ces dimensions permettent de comprendre l'interaction entre l'utilisateur et le produit à travers des questions comme présenté au tableau 1.2. Alors que l'attractivité est une dimension liée à la qualité d'attraction, la compréhensibilité, l'efficacité et la contrôlabilité sont des dimensions liées à la qualité pragmatique. Quant aux deux dernières dimensions, la stimulation et l'originalité, elles correspondent à la qualité hédonique. Chaque dimension est liée à des éléments qui permettent de la décrire (figure 1.1).

Tableau 1.2 Questions relatives aux six dimensions de l'UEQ.

Dimension	Question
Attraction	Impression globale du produit. Est-ce que les utilisateurs apprécient le produit ?
Compréhensibilité	Est-ce facile d'apprendre à l'utiliser ? Est-ce facile de maîtriser le produit ?
Efficacité	Est-ce que les utilisateurs peuvent réaliser les tâches nécessaires sans trop d'efforts ?
Contrôlabilité	Est-ce que l'utilisateur se sent en contrôle de l'application ? Est-ce qu'il se sent accompagné par l'application ?
Stimulation	Est-ce motivant et stimulant d'utiliser l'application ?
Originalité	Est-ce que le produit est innovant et créatif ? Est-ce que le produit a saisi la curiosité de l'utilisateur ?

Modifié de : Schrepp, (2015), p. 2

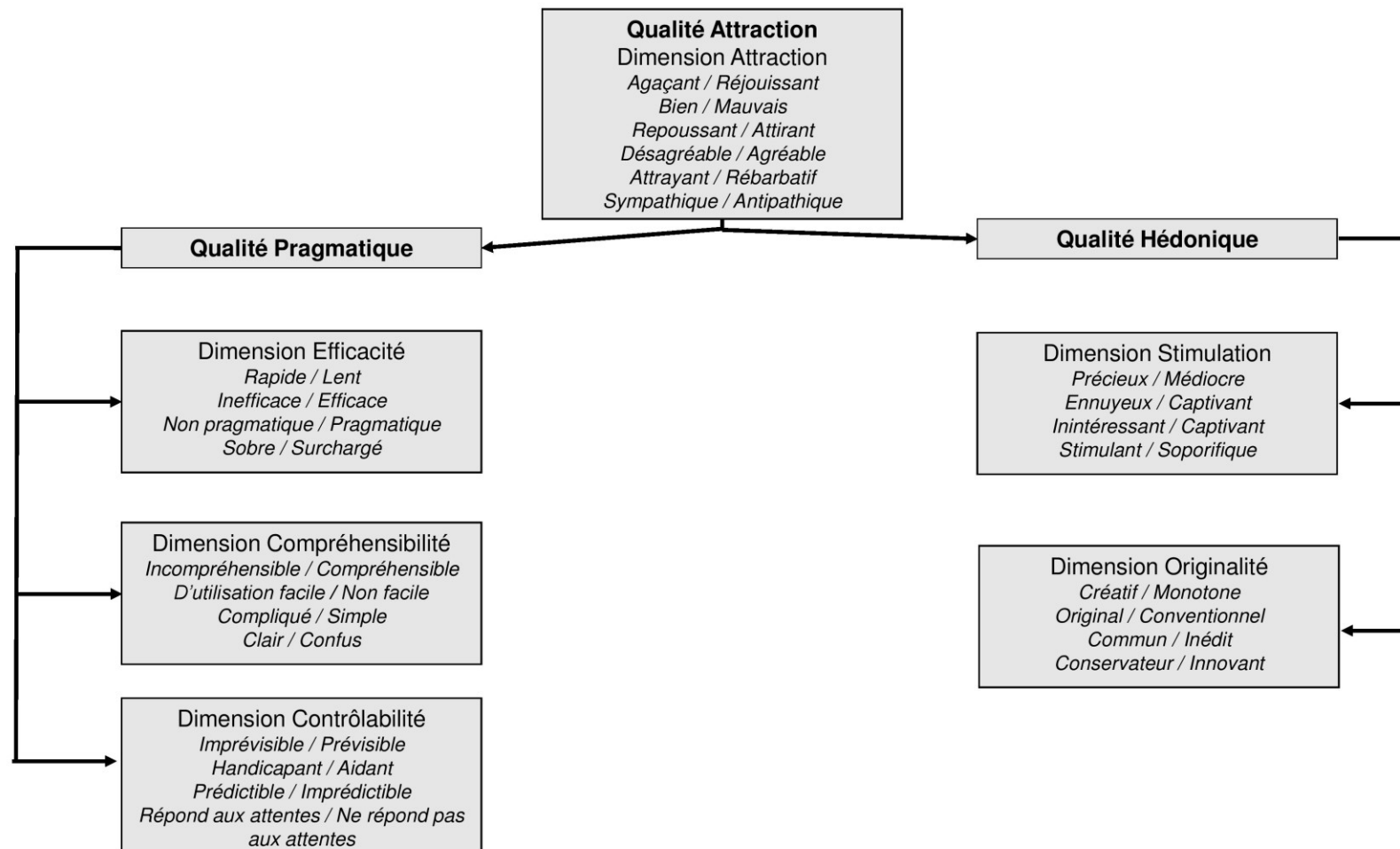


Figure 1.1 Structure de l'UEQ composée des trois qualités (gras), de six dimensions (normal) et de 26 éléments (en italique)

Inspiré de Schrepp (2015).

1.3 Une technologie intégrée dans la science participative

De nombreux domaines vont intégrer les applications mobiles afin de profiter de leur succès. C'est le cas de la science participative qui intègre ces technologies depuis plusieurs années afin, entre autres, d'augmenter les capacités de collecte de données. Les prochaines sous-sections présentent un bref aperçu de la science participative, depuis sa définition jusqu'à l'intégration des technologies comme facilitateur du lien homme-nature.

1.3.1 Définition de la science participative

La science participative est définie comme un processus collaboratif d'acquisition de données entre profanes et scientifiques ce qui permet l'étude de problématiques scientifiques à faible coût par l'implication citoyenne (Bonney *et al.*, 2009). Dans le domaine de la conservation de la biodiversité, la science participative propose des projets d'engagement puissants aux conséquences positives sur les attitudes des utilisateurs envers l'environnement (Merenlender *et al.*, 2016), attitudes pouvant être liées à un comportement pro-environnemental (Heimlich & Ardoin, 2008). En effet, alors que Sullivan *et al.* (2009) mentionnent le succès d'utilisation de l'application de reconnaissance d'oiseaux iBird, Merelender *et al.* (2016) ont démontré que certains programmes de science participative permettent d'améliorer grandement les connaissances environnementales et contribuent efficacement à l'engagement des citoyens envers la protection de l'environnement.

La science participative à vocation environnementale est utilisée dans une pléiade de pays depuis plusieurs décennies, et ce, bien avant l'arrivée des technologies de l'information (Kobori *et al.*, 2016). Le Japon fait office de référence avec les plus vieux projets de science participative. Par exemple, le suivi de la floraison des cerisiers existe depuis plus de 1 200 ans dans des journaux quotidiens, alors que des projets citoyens de collecte de données sur la faune et la flore existent depuis plusieurs centaines d'années (Aono & Kazui, 2008). Au-delà des frontières du Japon, le Royaume-Uni a aussi connu de grands projets collaboratifs assimilés à de la science participative, comme ce fut le cas des recherches effectuées par John Ray et son équipe de volontaires naturalistes au cours du 17^e siècle (Kobori *et al.*, 2016). Finalement, les États-Unis ont accueilli de nombreux projets de science participative comme la collecte de données sur les risques aviaires qui impliquait la participation des gardiens de phares marins (Dickinson & Bonney, 2012). Bien que ce programme ne soit plus actif aujourd'hui, d'autres ont plus de cent ans d'existence, comme le projet de collecte météorologique lancé par le service national météorologique des États-Unis (Havens & Henderson, 2013).

Malgré cette diversité géographique, la grande majorité des participants de science participative sont des individus blancs, entre 50 et 69 ans et possédant une éducation universitaire en lien avec

les sciences du vivant (Merenlender *et al.*, 2016). Au contraire, les jeunes représentent une minorité dans certains projets de science participative avec seulement 19 % entre 18 et 29 ans. Pourtant, il est primordial d'intégrer une diversité de publics aux projets de science participative afin d'améliorer la qualité de la communauté d'utilisateur. Les jeunes générations utilisent majoritairement les téléphones mobiles ainsi que les applications mobiles à hauteur de 3 à 4 heures par jour (TNS, 2016). Face à cette situation, divers organismes intègrent peu à peu les technologies afin d'atteindre un public diversifié comme le présente la prochaine sous-section.

1.3.2 L'intégration de la technologie comme facilitateur du lien homme-nature

L'explosion du temps de consommation des outils technologiques de consommation d'information tels que les tablettes, ordinateurs ou téléphones intelligents, a pour conséquence directe la diminution du temps libre des individus pour d'autres activités telles que l'observation de la nature et la collecte de données pour les projets de science participative (Putnam, 1995). Face à ce phénomène, les projets de science participative ont peu à peu intégré les technologies dans leur modèle afin d'utiliser ce canal privilégié pour atteindre des individus et augmenter la collecte de données. Cette approche eut un grand succès, comme en témoigne ClickWorkers, un des premiers projets de science participative lancé par l'Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace (NASA) pour résoudre une problématique astrologique particulière. La planète Mars venait d'être complètement photographiée par un robot et chaque photographie devait être annotée dans un objectif d'exploration future (Longo, 2016). Alors que ce travail avait été estimé à deux ans par deux post-doctorants, l'approche participative de reconnaissance des photographies a permis d'atteindre la révision des images en seulement 6 mois par 85 000 utilisateurs (Benkler & Nissenbaum, 2006). L'enjeu de qualité des annotations et révisions fut résolu par la mise en place d'un système parfois coûteux de révision multiple pour la même image, afin d'obtenir un consensus de la communauté (Longo, 2016). Ce projet, lancé dans les années 2000, représente l'essence même du potentiel de l'intégration des technologies dans la science participative à travers la résolution de tâches d'identification simple par le biais d'une communauté étendue et mobilisée. Depuis, de nombreux autres projets ont intégré la technologie, tel que recensé au sein de la plateforme web de science participative Zooniverse (Longo, 2016 ; Zooniverse, 2017).

Dans ce cadre technologique, les applications mobiles de science participative (AMSP) se présentent comme des outils répondant à un triple bénéfice : (1) étendre les capacités de recherche des projets par la récolte de données, (2) mobiliser des volontaires dans la science de la conservation et (3) augmenter la sensibilisation à l'environnement des individus (Ellwood *et al.*, 2016). Alors que le premier objectif est fréquemment atteint par les AMSP, le deuxième et troisièmes objectifs semblent complexes à réaliser malgré les efforts des applications dans la mise

en place de fonctionnalités favorisant la mobilisation et la sensibilité à l'environnement, comme la transmission d'information, l'élaboration de communautés actives ou la mise en contact des participants avec la nature (Ellwood *et al.*, 2016). Cela s'explique en partie par le manque de recherches effectuées sur les motivations et caractéristiques des utilisateurs (Wald *et al.*, 2016). De plus, beaucoup de professionnels de la conservation ne saisissent pas l'importance de l'expérience utilisateur comme élément central à la mobilisation par l'engagement et le maintien des participants (Wald *et al.*, 2016). Finalement, alors que la majorité des projets de science participative centrent leur attention sur l'enjeu de la récolte des données, très peu intègrent la composante de mobilisation (engagement et maintien) pourtant reconnue comme influençant positivement la mise en contact entre les individus et la nature, facteur contribuant au développement d'une sensibilité environnementale et de comportements pro-environnementaux (Wald *et al.*, 2016 ; Ellwood *et al.*, 2016). Ainsi, bien que le nombre d'AMSP ait augmenté depuis plusieurs années, grâce à la démocratisation de la téléphonie mobile ainsi que la croissance de la couverture d'internet, peu permettent de mobiliser efficacement les utilisateurs en les engageant et en les maintenant actifs et ainsi de les sensibiliser à l'environnement.

En conclusion de ce chapitre, l'émergence des applications mobiles, portée par la démocratisation de la téléphonie mobile et la capacité de réponse aux besoins sociaux, est associée à un potentiel de mobilisation des utilisateurs autour d'enjeux environnementaux. Néanmoins, ce potentiel, qui s'ancre sur une bonne expérience utilisateur, semble complexe à atteindre. Il est donc pertinent d'élaborer une méthodologie visant à évaluer l'expérience utilisateur d'AMSP afin d'en analyser les points qui pourraient être sujets à l'amélioration.

Chapitre 2

Méthodologie

Comme il a été vu précédemment, l'expérience utilisateur est un élément central dans le potentiel de mobilisation des applications mobiles. Afin d'optimiser ce potentiel, trois AMSP ont été sélectionnées et évaluées selon leur expérience utilisateur. Les prochaines sous-sections présentent respectivement les méthodes utilisées pour la sélection des AMSP, pour l'évaluation de l'expérience utilisateur, ainsi que pour l'identification des échantillons de convenance et la distribution des questionnaires. Afin de saisir les étapes de ce cadre d'étude, un schéma explicatif résumé est présenté au sein de la figure 2.1.

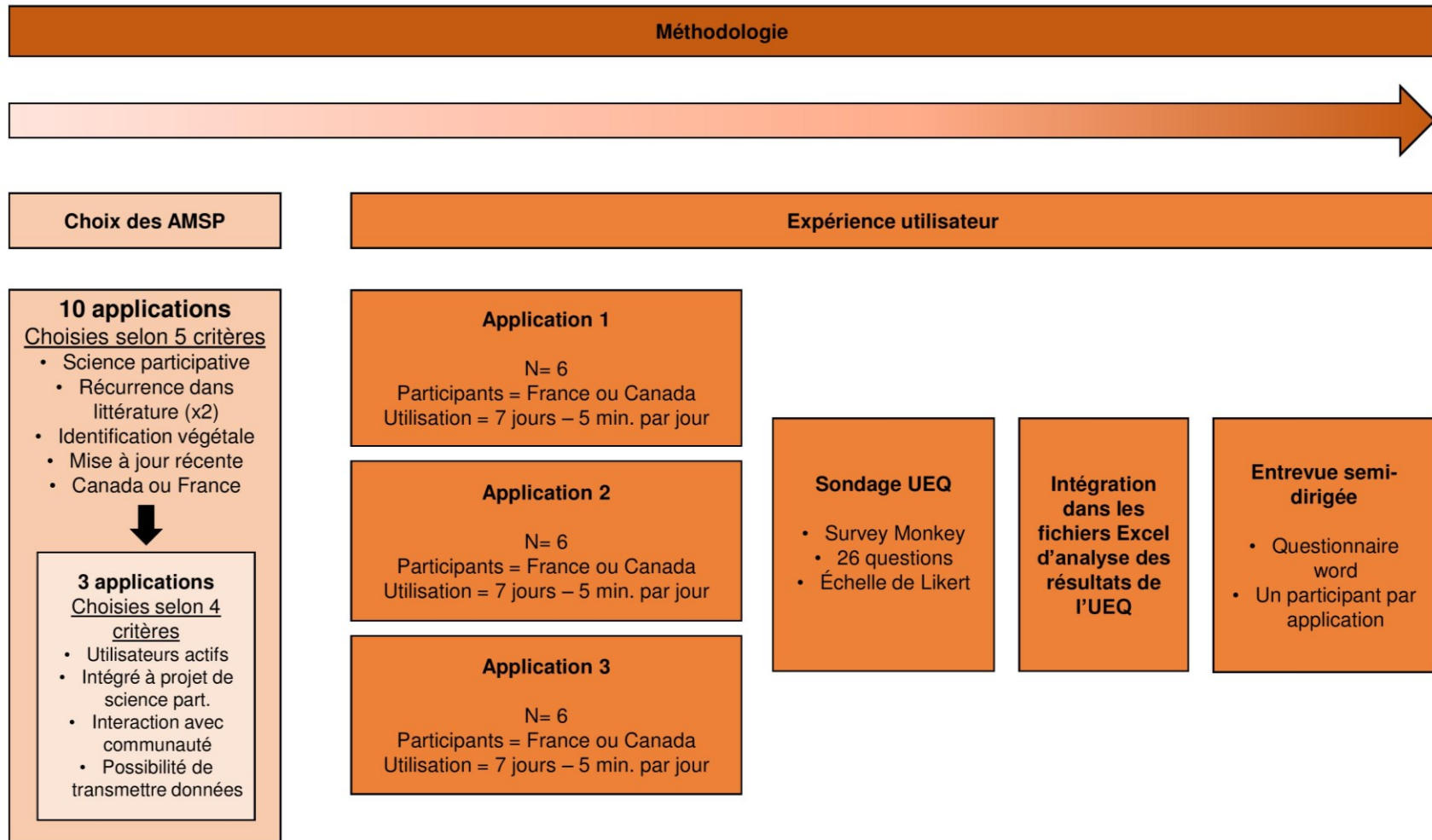


Figure 2.1 Schéma explicatif résumant les étapes de la méthodologie utilisée dans le présent travail

2.1 Sélection des applications mobiles

Tout d'abord, des recherches ont été effectuées sur le compilateur d'applications mobiles AppAnnie, sur des sites répertoriant des initiatives de science participative (ScientificAmerican, ScienceStarter, Zooniverse), sur le répertoire de Wald *et al.* (2016), ainsi que sur les banques de données de Vertigo, SCOPUS, CAIRN, Erudit et JSTOR selon les mots clefs suivants : science participative ; applications mobiles ; digital ; technologie ; flore ; végétaux.

De ces recherches, dix AMSP ont été sélectionnées à partir des quatre critères suivants : (1) les applications doivent apparaître dans plus de deux résultats au sein de nos précédentes recherches, (2) les applications doivent proposer l'identification de la diversité végétale (3) les applications doivent posséder une version à jour, (4) les applications doivent posséder une version au Canada ou en France. Ces critères sont justifiés par le fait que je souhaitais que les applications aient été déjà ciblées par une étude scientifique, que je voulais contacter des participants au Canada et en France, ainsi que des gestionnaires et développeurs dont l'application est encore active. Les données descriptives concernant les dix applications mobiles choisies ont été compilées au sein d'un document Excel suivant la méthode de Jepson & Ladle (2015) qui présente les principales informations de référencement des applications : nom, version de l'application, nom du créateur, catégorie, description, score selon les utilisateurs et nombre d'installations.

Parmi les 10 applications retenues, trois applications mobiles finales ont été choisies en fonction des quatre critères suivants : (1) interaction avec la communauté, (2) utilisateurs et communauté active, (3) possibilité de transmettre des données à des scientifiques, (4) intégration à un projet de science participative. Les dix applications ont été classifiées dans une matrice afin de leur attribuer un score (0 ou 1) pour chacun des critères. La présence d'un critère donne un point alors que son absence donne zéro.

2.2 Expérience utilisateur

L'expérience utilisateur des trois applications a été évaluée en ligne par les participants à travers la méthode de l'UEQ présentée à la section 1.2.3. Cette méthode évalue les trois qualités (attraction, hédonique, pragmatique) d'un produit à travers les dimensions d'attraction, de compréhensibilité, d'efficacité, de contrôlabilité, de stimulation et d'originalité du produit et en fonction d'éléments descriptifs. Ces éléments sont évalués de façon sémantique par le biais d'une gradation d'opinion selon une échelle de Likert comme illustré à l'annexe 2. L'UEQ, à travers un tableur Excel, permet ainsi de comparer l'expérience utilisateur de diverses applications à travers des histogrammes.

Un outil d'évaluation de la cohérence des réponses permet de comparer les notations associées à une même dimension par les participants et d'interpréter avec prudence les réponses d'un participant donné lorsque son incohérence relative se répète dans plus de deux dimensions. Ainsi, l'outil détecte la différence entre la meilleure et la plus faible notation pour la même dimension. Si, pour un participant donné, la différence de notation est trop grande, sa réponse est considérée comme incohérente. Ceci peut être causé par une réponse aléatoire ou une incompréhension de la question par ce participant.

Les modalités de distribution de l'UEQ aux participants sont présentées à la sous-section 2.3. Les résultats des questionnaires ont été saisis sur un tableur Excel libre d'accès de l'UEQ, qui élabore automatiquement les graphiques et histogrammes. Les résultats ont été présentés par application en fonction des six dimensions, puis comparés.

2.3 Échantillon de convenance

Le choix d'un échantillon de convenance de six participants a été fait selon les recommandations du Nielsen Norman Center, qui évalue qu'un échantillon représentatif d'une expérience utilisateur se situe autour de 5 participants (Nielsen, 2000). L'auteur a démarché dans son cercle d'amis une vingtaine de participants potentiels et a évalué, par le biais d'une conversation, les critères suivants : (1) motivation face au projet, (2) habileté d'utilisation des téléphones intelligents et des applications mobiles (3) possession d'un téléphone mobile (4) possession de données internet sur leur téléphone mobile. Les 6 participants finaux de chacune des applications ont été choisis, car ils possédaient un téléphone intelligent et qu'ils avaient démontré un intérêt important pour le projet malgré les contraintes d'utilisation quotidienne des applications.

Les évaluateurs ont expérimenté chacun l'une des trois applications mobiles pendant 7 jours du lundi 12 décembre au dimanche 18 décembre 2016. Cette durée d'utilisation était nécessaire afin de permettre aux participants de développer une expérience élaborée avec l'application. Des fichiers Excel ont été utilisés quotidiennement par les participants afin d'indiquer les actions réalisées (reconnaissance de plantes, envoi de données, discussion avec la communauté, etc.). Cette technique, utilisée dans un autre contexte par Schrepp *et al.* (2014), permet d'inciter l'utilisateur à réaliser une tâche concrète de l'application mobile. L'UEQ a été distribué à la fin de la période d'évaluation.

Finalement, un entretien semi-dirigé avec un participant de chaque application (identifié arbitrairement) a été réalisé afin de documenter les perceptions de son expérience usager. Cette entrevue semi-dirigée, reproduite au sein de l'annexe 3, permettra d'éclaircir l'UEQ par le biais d'exemples concrets nourrissant les chapitres résultats, discussion et recommandations.

Chapitre 3

Résultats

Ce chapitre expose les résultats des processus de collecte et d'évaluation de données. Tout d'abord, un résumé des dix applications mobiles est présenté ainsi que les trois applications mobiles finales sélectionnées. Enfin, les résultats de l'expérience utilisateur sont présentés par application mobile, intégrant les résultats des entrevues semi-dirigées, puis comparés entre applications.

3.1 Choix des applications mobiles

Les dix AMSP identifiées ont été : PlantTracker, Treezila, MyNatureTreeGuide, Tree Id, Th@sInvasive, What's Invasive, Pl@ntNet, iNaturalist, LeafSnap et Project Noah. Afin d'alléger le texte, le tableau 3.1 présente les dix applications mobiles identifiées à travers leur description, leur dernière mise à jour et les deux critères d'identification d'espèces végétales et de présence dans plus de deux sources. Les données ont été recueillies via les plateformes AppleStore et GooglePlay.

Tableau 3.1 Description des dix applications mobiles

Applications	Description	Dernière mise à jour	Identification d'espèces végétales	Présence dans plus de deux sources
PlantTracker	Permet l'identification de plantes pour maintenir un répertoire de son jardin.	03 mars 2015	Oui	Oui
Pl@ntNet	Permet la collecte, l'annotation et la recherche d'images pour l'identification de plantes.	03 février 2016	Oui	Oui
iNaturalist	Permet l'exploration tout en contribuant à un réseau d'iNaturalist.	02 septembre 2016	Oui	Oui
What's invasive	Permet la reconnaissance d'espèces invasives par GPS afin de contribuer à la lutte.	27 avril 2014	Oui	Oui
Treezilla	Permet de contribuer à la reconnaissance d'arbres par le biais d'une photographie de leur tronc.	18 juillet 2013	Oui	Oui
Tree Id	Permet l'identification d'arbres dans le Royaume-Uni.	31 mai 2016	Oui	Oui
My Nature Tree Guide	Permet d'identifier 190 arbres dans toute l'Amérique du Nord.	02 octobre 2012	Oui	Oui
Th@sInvasive	Permet d'identifier 41 espèces invasives par photo et GPS.	04 août 2015	Oui	Oui
LeafSnap	Permet de partager des découvertes biologiques et documenter la biodiversité.	05 juin 2015	Oui	Oui
Project Noah	Permet de partager des découvertes de la Nature.	24 février 2012	Oui	Oui

La classification par matrice, présentée dans le tableau 3.2, a permis de révéler 5 applications ayant reçu une note de 3 et plus sur 4 : Pl@ntNet, LeafSnap, iNaturalist, Project Noah et PlantTracker. De plus, deux applications ont reçu une note inférieure à 1 sur 4, Tree ID et MyNatureTreeGuide, car elles ne permettent pas d'échanger des informations au sein de la communauté et ne sont pas intégrées à un projet scientifique. Finalement, trois applications, Th@sinvasive, What's invasive et Treezila ont reçu une note de 2 sur 4 car elles ne permettaient pas, entre autres, d'interagir avec la communauté et n'étaient pas intégrées à un projet scientifique.

Parmi les cinq applications sélectionnées, les trois applications ayant reçu les meilleurs pointages ont été retenues pour la suite de l'étude : Pl@ntNet, iNaturalist et LeafSnap. Contrairement à Project Noah et PlantTracker, les trois applications répondent aux critères d'une communauté active au Canada ou en France tout en étant intégrées à un projet de science participative.

Tableau 3.2 Matrice de sélection des trois applications mobiles finales (les trois applications retenues sont en fond bleu).

Nom de l'application	Interaction avec communauté	Utilisateurs et communauté actifs	Possibilité de transmettre des données à une équipe de scientifique	Intégré à un projet de science participative	Totaux
PlantTracker	Non	Oui	Oui	Oui	3
Pl@ntNet	Oui	Oui	Oui	Oui	4
Inaturalist	Oui	Oui	Oui	Oui	4
What's invasive	Oui	Oui	Non	Non	2
Treezilla	Non	Non	Oui	Oui	2
Tree ID - British Tree Identification	Non	Oui	Non	Non	1
MyNatureTreeGuide	Non	Non	Non	Non	0
Th@sinvasive	Non	Oui	Non	Oui	2
LeafSnap	Oui	Oui	Oui	Oui	4
Project Noah	Oui	Oui	Oui	Non	3

3.2 Détails sur les échantillons de convenance

La taille visée des échantillons était de 6 participants par application, néanmoins, à cause de la difficulté de trois participants à utiliser les applications (téléphone mobile vétuste) la taille de l'échantillon a été réduite à n=5 pour iNaturalist et n=4 pour LeafSnap. Il a été néanmoins décidé de poursuivre l'expérience car les données permettraient tout de même de donner un certain éclairage.

Les détails concernant l'origine, l'âge, le sexe et l'intérêt envers l'environnement des trois groupes d'utilisateurs sont compilés au tableau 3.3.

Tableau 3.3 Caractéristiques des participants des trois applications mobiles sélectionnées

Participant	Sexe	Âge	Lieu	Intérêt pour l'environnement
Pl@ntNet				
P1	M	25	France	Confirmé par des études en environnement du sujet
P2	F	25	France	Non confirmé
P3	M	26	France	Non confirmé
P4	F	23	France	Confirmé par des études en environnement du sujet
P5	M	24	France	Confirmé par des études en environnement du sujet
P6	F	27	France	Non confirmé
iNaturalist				
P7	H	26	Canada	Confirmé par études en environnement
P8	H	27	Canada	Non confirmé
P9	F	26	Canada	Non confirmé
P10	F	24	Canada	Confirmé par études en environnement
P11	F	28	Canada	Confirmé par études en environnement
Leafsnap				
P12	H	27	Canada	Confirmé par études en environnement
P13	H	23	Canada	Non confirmé
P14	F	26	Canada	Non confirmé
P15	H	27	Canada	Non confirmé

3.3 Évaluation de l'expérience utilisateur

Pour rappel, l'analyse de l'expérience utilisateur de produits digitaux est proposée selon le modèle d'Hassenzal *et al* (2001) qui propose de diviser l'expérience utilisateur en trois qualités : attraction, hédonisme et pragmatisme, qui sont-elles-mêmes divisées en dimensions comme présenté au tableau 1.3 dans la sous-section 1.2.3. Les résultats sont présentés par application mobile en intégrant les résultats de l'entrevue semi-dirigée puis finalement comparés.

3.3.1 PI@ntNet

Les données d'incohérence des réponses de participants ont mis en évidence qu'un des participants a répondu à quatre dimensions sur six de manière aléatoire ce qui peut être critique pour les résultats de l'évaluation. Cependant, après analyse entre des histogrammes d'évaluation, ces réponses aléatoires ont des conséquences mineures sur les résultats subséquents.

L'application PI@ntNet se situe globalement dans une expérience utilisateur de catégorie moyenne faible (-0.5 à +0.5) comme le présente la figure 3.1. Ainsi, la qualité d'attraction (attractivité ; $\mu = -0,22$), pragmatique (efficacité, contrôlabilité, compréhensibilité ; $\mu = 0,19$) et hédonique (stimulation, originalité ; $\mu = -0,21$) de l'application sont évaluées comme très moyennes.

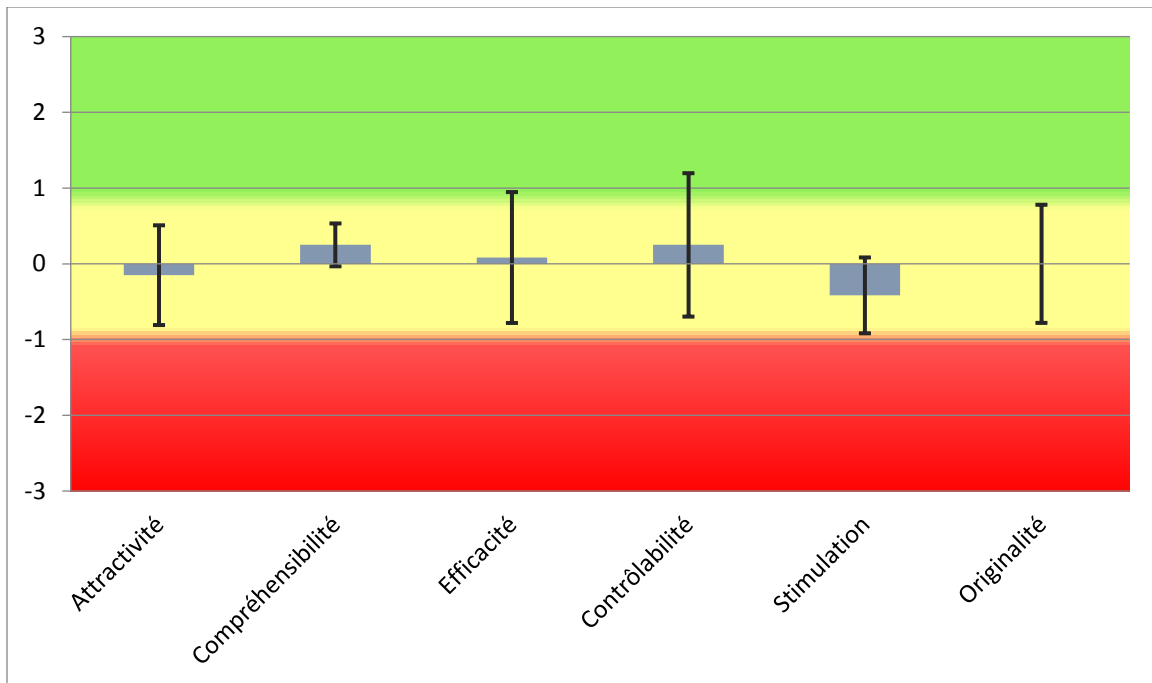


Figure 3.1 Histogramme d'évaluation de l'expérience utilisateur de l'application PI@ntNet à travers les six dimensions proposées (N=6). Le rouge, jaune et vert indiquent une expérience utilisateur respectivement mauvaise, moyenne et bonne. Les lignes noires représentent l'intervalle de confiance. Lorsque l'histogramme n'est pas visible cela correspond à une valeur de 0

Les participants de l'application PI@ntNet ont réagi de manière variée face aux 26 critères ce qui s'illustre par des intervalles de confiance élevés (figure 3.1). L'intervalle de confiance le plus important se situe dans la dimension de la contrôlabilité ($\sigma=0,95$) alors que le moins important est dans la dimension de compréhensibilité ($\sigma=0,24$). Il est à noter que de fortes variances ont été enregistrées au sein de certains éléments des dimensions contrôlabilité ($\sigma^2=2,2$) et d'efficacité ($\sigma^2=2,9$).

Finalement, PI@ntNet se situe dans la catégorie mauvaise en termes d'expérience utilisateur lorsque l'on compare les résultats de l'évaluation face aux 246 autres études ayant intégré 9 905 participants (figure 3.2).

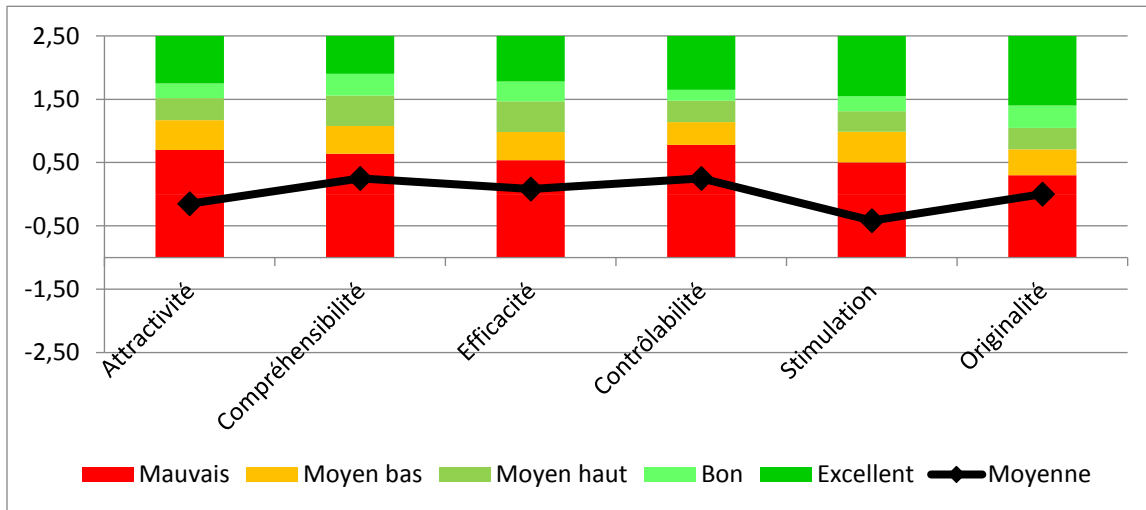


Figure 3.2 Expérience utilisateur de l'application PI@ntNet intégrée dans les résultats des 246 autres évaluations heuristiques.

La mauvaise qualité de l'expérience utilisateur est d'ailleurs ce qu'il ressort de l'entretien réalisé auprès de la participante sélectionnée aléatoirement pour l'entretien semi-dirigé concernant cette application. Elle définit la qualité attractive à travers des termes tels « qu'agaçant, repoussant ou désagréable » et spécifie que les résultats lors de prises de photos sont « peu convaincants ». De plus, bien que la participante estime que l'application est « facile d'utilisation », elle a évalué la qualité pragmatique comme très faible à travers des termes tels « qu'incompréhensible, inefficace ou prévisible » qu'elle justifie car elle a ressenti de nombreuses « difficultés » et « effondrements » lors de la « modification de son profil » ainsi que lors du « partage de ses photos ». Finalement, la participante a apprécié l'effort d'innovation de l'application ayant pour conséquence une évaluation élevée pour la qualité hédonique à travers des termes descriptifs tels « qu'innovant, original, captivant » justifiés par une « expérience facile et une idée nouvelle et novatrice ». Cependant, cet avis ne reflète pas la mauvaise notation du groupe de la qualité d'attraction de l'application. De manière générale, l'application fut appréciée pour son côté « original et innovant ». Cependant, selon la participante, de nombreuses améliorations sont à apporter dans la « gestion des effondrements » ainsi que dans la capacité à mobiliser un « public non-expert », observations confirmées par la note moyenne de la qualité attractive.

3.3.2 iNaturalist

Les données d'incohérence des réponses de participants ont mis en avant qu'un participant avait répondu à deux critères sur six de manière incohérente. Cette incohérence est considérée comme mineure et n'a pas d'influence sur les résultats suivants.

L'application iNaturalist se situe globalement dans une expérience utilisateur moyenne (-1 à +1) tel que l'indique la figure 3.3. En effet, la qualité, attractive ($\mu=0,50$), pragmatique ($\mu= -0,17$) et hédonique ($\mu=0,19$) confirment une évaluation moyenne de l'expérience vécue par les participants.

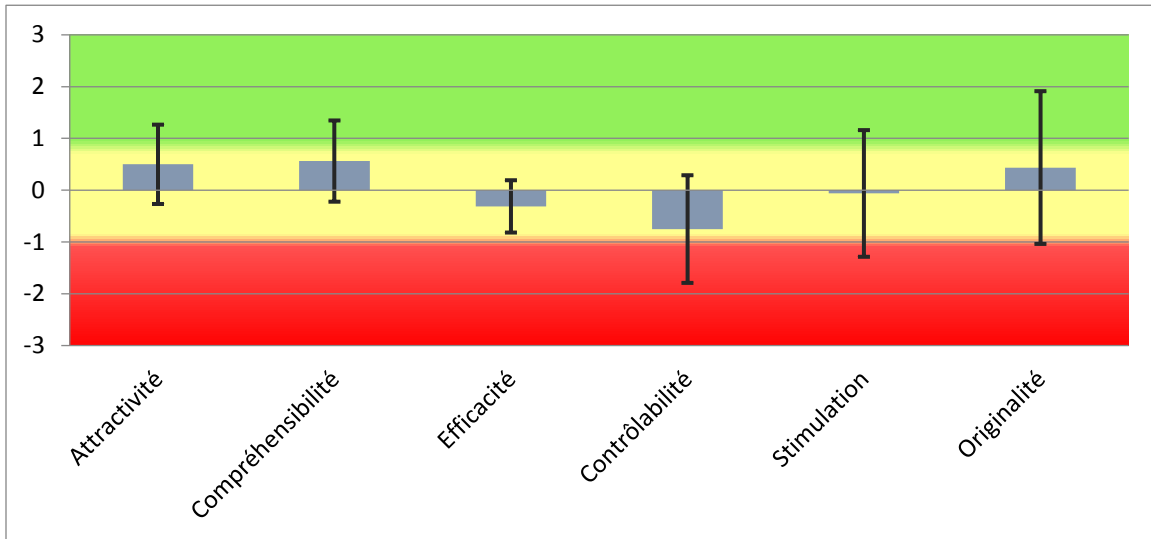


Figure 3.3 Évaluation de l'expérience utilisateur de l'application iNaturalist à travers les six dimensions proposées (N=5). Le rouge, jaune et vert indiquent une expérience utilisateur respectivement mauvaise, moyenne et bonne. Les lignes noires représentent l'intervalle de confiance. Lorsque la barre grise n'est pas présente cela correspond à une valeur de 0.

Alors que l'intervalle de confiance le plus important se situe dans la dimension de l'originalité ($\sigma=1,47$) et le moins important de la dimension de l'efficacité ($\sigma=0,5$), il est à noter que les participants ont évalué l'expérience utilisateur de manière très variée ce qui s'illustre par des intervalles de confiance élevés sur l'ensemble des dimensions.

Finalement, lorsque l'on compare ces résultats aux 246 autres études de l'UEQ, l'expérience utilisateur proposée par iNaturalist se situe dans la catégorie mauvaise pour cinq dimensions et moyen bas pour la dimension d'originalité (figure 3.4).

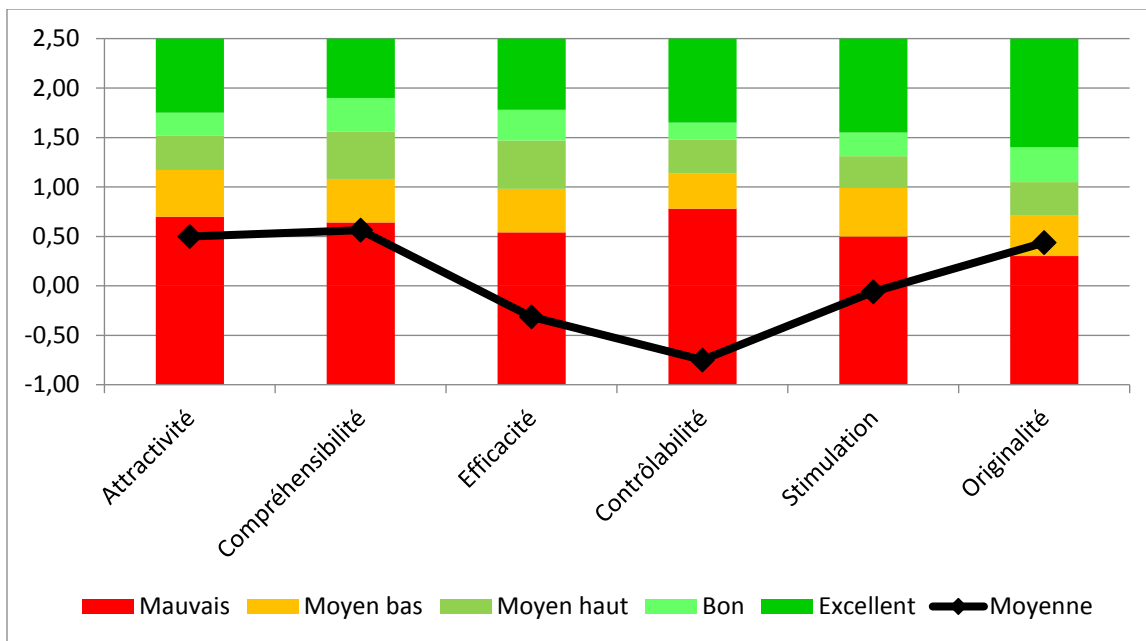


Figure 3.4 Histogramme de l'expérience utilisateur de l'application iNaturalist intégré aux résultats des 246 autres évaluations heuristiques

Ces résultats sont illustrés par les propos de la participante concernant cette application, qui définit son expérience comme « complexe » et entachée par de « nombreux effondrements » qui ne lui ont pas permis de vivre une « expérience optimale ». Pourtant, la participante avait décrit une « forte attractivité » initiale (qualité attractive) envers l'application qui se justifie par un design « d'aspect joli », un « logo bien fait » et une « facilité d'utilisation » dans le « repérage au sein de l'application » (dimension pragmatique). Cependant, les « nombreux effondrements » lors de la saisie de données des feuilles d'observation ou de la « tentative de communication avec la communauté » ont eu une influence négative sur la qualité pragmatique de son expérience³. Finalement, la participante décrit la mission de l'application (reconnaissance de la flore par le biais de la technologie) comme « originale et stimulante ». Or, cette reconnaissance nécessite des « bases solides en naturalisme » et « d'identification d'espèces » qui ont contraint la participante à une expérience restreinte face aux possibilités de l'application.

3.3.3 LeafSnap

Les données d'incohérence des réponses de participants révèlent que deux participants ont répondu de manière incohérente. Cette incohérence sur trois dimensions est considérée comme critique pour les résultats car elle peut modifier les résultats de l'évaluation de l'expérience

³. Il est à noter que la participante possède un téléphone intelligent de première génération qui ne permet pas le lancement de nombreuses applications.

utilisateur. La conséquence de l'incohérence des deux participants a une influence sur les dimensions de contrôlabilité et de stimulation. Il faut donc prendre les résultats suivants avec réserve.

L'expérience utilisateur de l'application LeafSnap est évaluée comme moyennement haute comme illustrée au sein de la figure 3.5. Ces bons résultats ont pour conséquence une bonne notation de la qualité d'attraction ($\mu=0,83$), pragmatique ($\mu=0,65$) et hédonique ($\mu=0,88$).

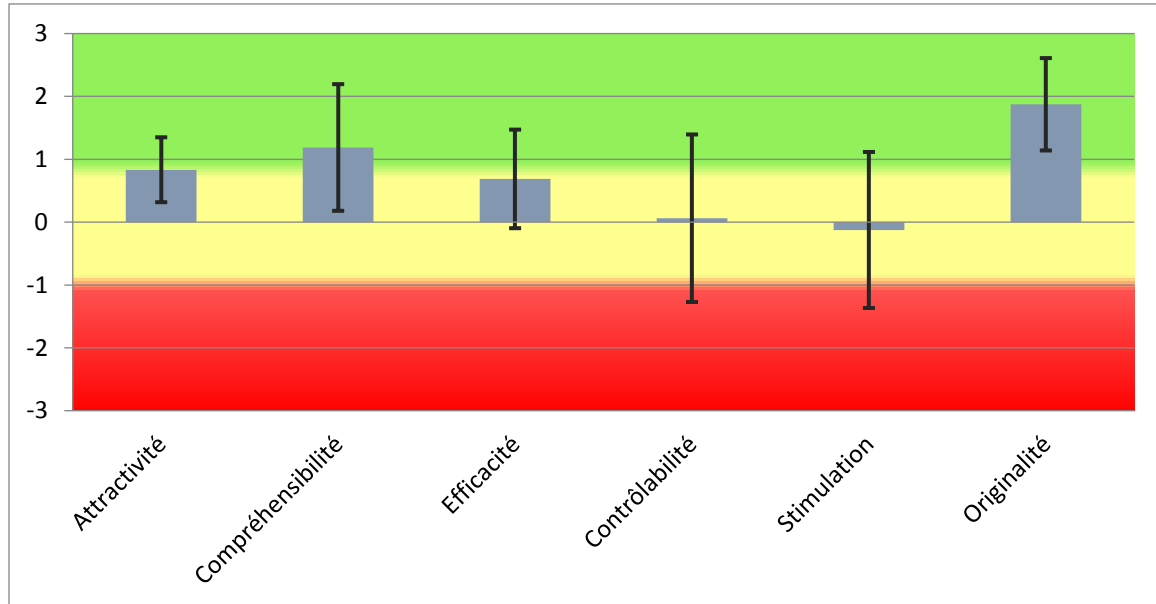


Figure 3.5 Évaluation de l'expérience utilisateur de l'application LeafSnap à travers les six dimensions proposées (N=4). Le rouge, jaune et vert indiquent une expérience utilisateur respectivement mauvaise, moyenne et bonne. Les lignes noires représentent l'intervalle de confiance.

Les réponses des participants étaient très variables (figure 3.5) comme l'indiquent les intervalles de confiance. Pour LeafSnap, l'intervalle de confiance maximum se situe dans la dimension de la contrôlabilité ($\sigma=1,3$) alors que le minimum prend place au sein de la dimension de l'attractivité ($\sigma=0,5$).

Malgré de très bons résultats, l'application LeafSnap atteint seulement le statut de bonne dimension de l'expérience utilisateur à une reprise (figure 3.6) en comparaison avec 246 autres applications évaluées de la même manière. Les autres dimensions varient entre mauvais (contrôlabilité et stimulation) et moyen bas (attractivité et efficacité). Il faut rappeler que la contrôlabilité et la stimulation doivent être interprétées avec prudence de par les incohérences de réponses de deux participants.

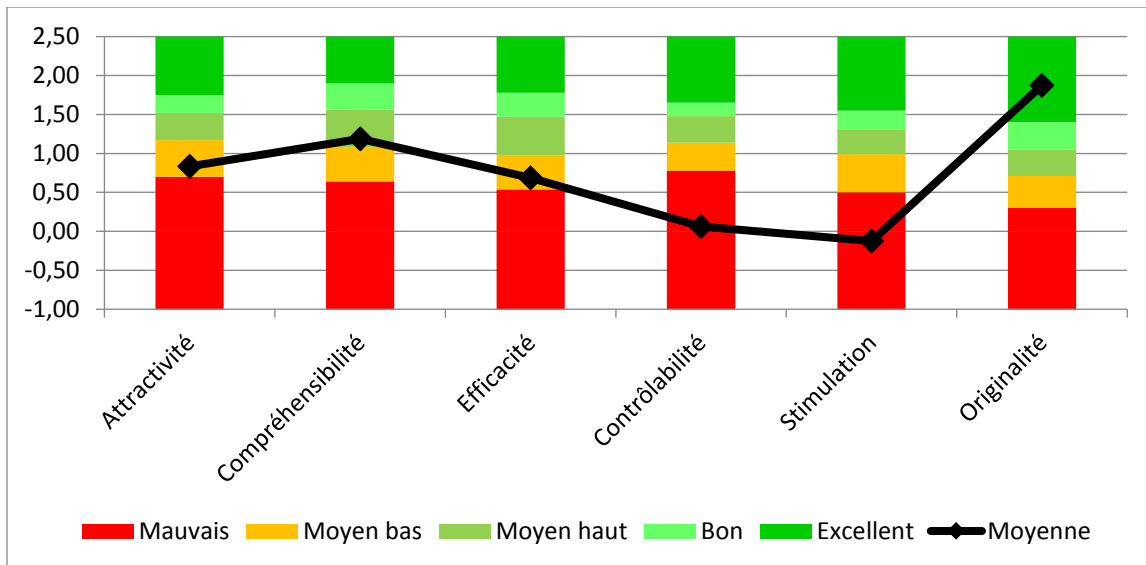


Figure 3.6 Expérience utilisateur de l'application LeafSnap intégrée aux résultats des 246 autres évaluations heuristiques.

Ces données s'illustrent par les propos de la participante qui décrit la qualité attractive de l'application à travers des termes tels que « réjouissant » ou « attirant » qu'elle justifie par la « présence de jeu ludique » et de la découverte de « noms d'arbres nouveaux présents dans notre région ». Bien que la participante ait trouvé l'application « facile d'utilisation et prédictible », l'utilisation de l'application à des fins d'identification de la flore fut entachée par de nombreuses « mauvaises reconnaissances de végétaux » malgré la « diversification des prises de photos et des espèces capturées (conifères, lierre, fougère) ». Finalement, la participante considère l'application comme « originale » et amenant l'utilisateur à découvrir de « nouvelles espèces » par le biais des « jeux d'identification ».

3.3.4 Analyse comparative

Les trois applications présentent des différences d'appréciation de leur expérience utilisateur comme on peut l'observer à la figure 3.7. En effet, alors que l'on observe de mauvaises notations dans les dimensions de contrôlabilité dans iNaturalist ($\mu = -0,75$) ou de stimulation dans PI@ntNet ($\mu = -0,42$), l'application LeafSnap présente des dimensions à notation positive telles que l'originalité ($\mu = 1,875$) ou la compréhensibilité ($\mu = 1,118$). LeafSnap accumule d'ailleurs les meilleures notations pour quatre dimensions sur six (attractivité, compréhensibilité, efficacité et originalité), alors que iNaturalist est bon deuxième pour les dimensions d'attractivité, de compréhensibilité, et d'originalité. À l'inverse, PI@ntNet présente les plus mauvaises notations dans les dimensions d'originalité, de stimulation et d'attractivité.

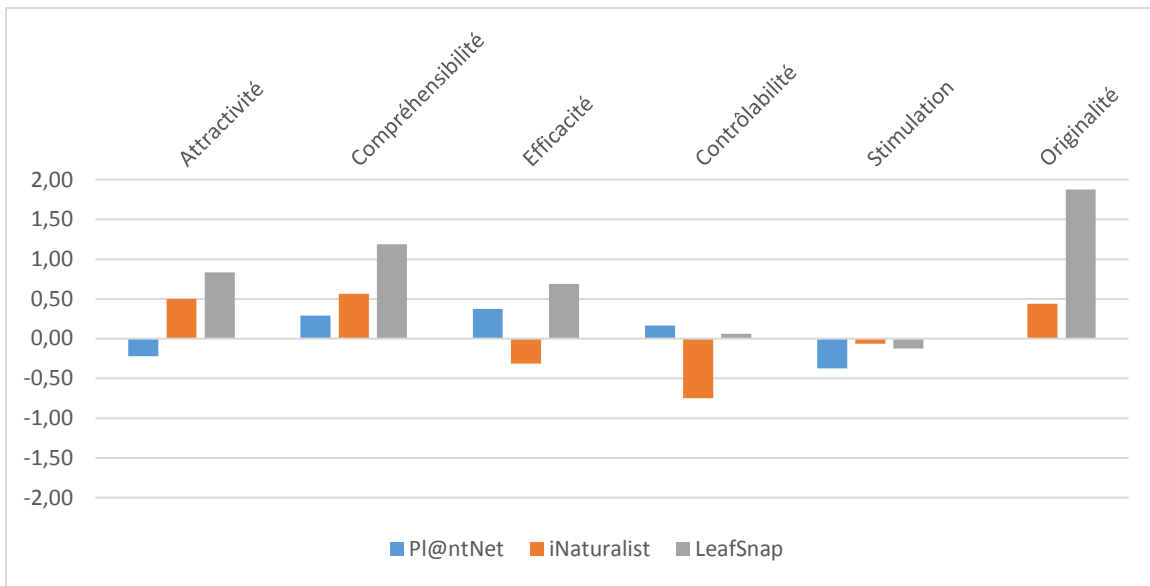


Figure 3.7 Comparaison de l'évaluation de l'expérience utilisateur entre les trois applications. PI@ntNet = bleu ; iNaturalist = orange ; LeafSnap=gris.

C'est d'ailleurs la tendance qui se révèle lors des comparaisons des résultats des trois qualités, d'attraction, pragmatique et hédonique, avec des résultats s'approchant d'une bonne qualité d'expérience utilisateur pour LeafSnap, d'une qualité moyenne pour iNaturalist et mauvaise pour PI@ntNet tel que présenté dans le tableau 3.4. Cependant, la variabilité des réponses des participants est une tendance que l'on remarque chez les trois applications que ce soit à travers les variances, les déviations standards ou les intervalles de confiance.

Tableau 3.4 Qualités de l'expérience utilisateur des trois applications iNaturalist, PI@ntNet et LeafSnap (min= -3 ; max=3)

Qualités	PI@ntNet	iNaturalist	LeafSnap
Attractive	-0,22	0,50	0,83
Pragmatique	0,19	-0,17	0,65
Hédonique	-0,21	0,19	0,88

Chapitre 4

Discussion et recommandations

Cette section présente la discussion et les recommandations afin d'atteindre le troisième objectif de l'essai, qui est de proposer des recommandations d'amélioration de l'expérience utilisateur afin d'optimiser le potentiel de mobilisation des trois applications mobiles. Mais auparavant l'interprétation des résultats est présentée en fonction des traits communs existant dans les réponses des participants qui apparaissent dans les trois qualités d'évaluation de l'expérience, d'attraction, pragmatique et hédonique. Enfin, des recommandations d'amélioration de l'expérience utilisateur seront élaborées en fonction de trois domaines d'augmentation du potentiel de mobilisation : l'engagement, le maintien et la conception des AMSP.

4.1 Des traits communs d'appréciation

4.1.1 Qualité d'attraction

Les trois applications évaluées présentent des qualités attractives moyennes avec une notation la plus basse pour Pl@ntNet et la meilleure pour LeafSnap. Bien que les notations soient différentes entre les trois applications, trois critères sont apparus de manière récurrente à l'évaluation de l'attractivité parmi les participants : la mission de l'application, l'originalité de l'approche proposée et le design de l'interface utilisateur.

Dans un premier temps, la mission de participation à un projet de science participative semble être un élément central d'attraction pour les participants de Pl@ntNet et iNaturalist. Cette attirance des individus envers la mission des AMSP s'explique par de multiples raisons, notamment l'appel à développer de nouvelles connaissances, l'importance de l'engagement dans la vie des individus ou l'expérience familiale associée à ce genre d'activités (Wald *et al.*, 2015 ; Ellwood *et al.*, 2016). Dans le cadre du présent essai, où la moitié des participants interrogés avaient poursuivi des études dans le domaine de l'environnement, les causes de l'attirance des participants envers les applications semblent se justifier par le besoin de nouvelles connaissances en environnement et l'implication à un projet ayant une mission environnementale.

Dans un deuxième temps, l'originalité de la fonctionnalité d'identification des espèces végétales par capture photographique des trois applications semble avoir une influence positive sur l'attraction des participants. Cette possibilité d'identification automatisée rejoint une tendance d'intégration de fonctionnalités nouvelles dans les applications mobiles pour mieux se distinguer

des offres concurrentielles (Longo, 2016). C'est le cas des applications à fort succès, telles que Pokemon Go, utilisant la réalité virtuelle couplée à la géolocalisation et à l'utilisation d'un système de ludification. La mise en place d'une telle innovation a permis de créer un phénomène mondial d'utilisation de l'application, générant 100 millions de téléchargements avec une moyenne de 20 millions d'utilisateurs par jour (Dogtiev, 2016).

Finalement, le design de l'interface utilisateur est un élément clef dans l'évaluation de l'attraction des participants. En effet, au sein de l'application iNaturalist, l'attraction moyenne de la participante interrogée est justifiée par un logo intéressant ainsi qu'un design de l'interface utilisateur agréable et attirant. De plus, bien que l'évaluation de l'attractivité de PI@ntNet est faible, la participante a mentionné que la structure de l'interface était bien réalisée. Ce lien entre design et attractivité est observé dans l'étude de Wald *et al.* (2016) où les participants ont mentionné un besoin d'interface web simple et accessible dans les projets de science participative.

4.1.2 Qualité pragmatique

Les trois AMSP présentent des notations très moyennes pour les dimensions de compréhensibilité, d'efficacité et de contrôlabilité (déterminant de la qualité hédonique) qui s'illustrent par des commentaires communs des trois participants sur la fréquence et l'intensité des effondrements. Ces effondrements ont tour à tour perturbé l'expérience utilisateur dans les trois aspects suivants : la création d'un profil, l'interaction avec la communauté et l'identification des espèces.

Tout d'abord, des participants de l'application PI@ntNet et LeafSnap ont éprouvé des difficultés communes lors de la modification de leur profil (ajout d'information, de photos, de liens). Ces effondrements lors de l'ajout d'information à leur profil ont fortement agacé les participants comme l'illustre les termes mentionnés : « inefficace, lent ou handicapant ». Pourtant, la création d'un profil au sein des AMSP est une condition sous-jacente à l'intégration d'une communauté ou à la transmission de données. Ces effondrements vont donc imposer une barrière à la réalisation de l'objectif principal de l'application : participer de manière collaborative à la collecte de données scientifiques (Reed *et al.*, 2012).

Ensuite, les effondrements, lors d'envoi de commentaires ou de photos dans les applications PI@ntNet et iNaturalist, ont nui à l'interaction avec la communauté. Cette difficulté des AMSP à assurer une stabilité du fonctionnement entre les participants est observée dans plusieurs projets de science participative intégrant la technologie (Wald *et al.*, 2016). Pourtant, l'interaction entre les utilisateurs est fondamentale pour l'atteinte des objectifs de collecte de données et de maintien à long terme des utilisateurs (Bowser *et al.*, 2014 ; Wald *et al.*, 2015), car elle permet d'amplifier le

sentiment d'appartenance, de favoriser la collecte de données par la motivation de groupe et d'en affiner la qualité par les rétroactions (Sakurai *et al.*, 2015 ; Kobori *et al.*, 2016).

Finalement, bien que l'approche d'identification des espèces végétales par prise photo est considérée comme originale par les participants de Pl@ntNet et iNaturalist, les nombreux effondrements vécus lors de la prise de photo n'ont pas permis de satisfaire leurs attentes d'identification des spécimens. De plus, bien que les participants de LeafSnap n'aient pas observé d'effondrements majeurs dans l'identification, la nécessité de posséder des connaissances poussées en taxonomie pour identifier les plantes a suscité une certaine frustration chez les participants. Cette nécessité de connaissances taxonomiques est une barrière à l'engagement des utilisateurs profanes que l'on retrouve chez certaines AMSP (Sauermann & Franzoni 2014).

Il est à noter que ces mauvais résultats ne concordent pas avec les résultats de Wald *et al.* (2016). En effet, les auteurs observent que les projets de science participative incluant la technologie ont des bons résultats dans les critères d'utilisabilité (qualité pragmatique) (Wald *et al.*, 2016). Cette différence peut s'expliquer par la faible performance des appareils mobiles utilisés par les participants, le peu de quantité de données internet associée à leur forfait ainsi qu'à l'utilisation d'un système d'exploitation obsolète.

4.1.3 Qualité hédonique

Pour les trois AMSP évaluées, la qualité hédonique est évaluée comme moyenne chez Pl@ntNet et iNaturalist, alors qu'elle est bonne chez LeafSnap. Ces résultats peuvent s'expliquer par l'expérience nouvelle proposée aux utilisateurs, par le faible effort de transmission d'informations envers les utilisateurs ainsi que par les outils de ludification proposés.

Dans un premier temps, les trois AMSP proposent des expériences nouvelles à l'utilisateur par le biais de l'identification des végétaux. Cette composante, déjà mentionnée dans la qualité d'attraction, remplit le besoin d'originalité et de recherche d'expériences diversifiées des participants. L'originalité d'un produit est reconnue par certains auteurs comme une composante menant à l'amélioration de la qualité hédonique d'un produit, à la création de joie chez l'utilisateur et à une fidélisation plus importante envers le produit (Chitturri *et al.*, 2008).

De plus, il a été observé un manque de transmission d'informations sur les projets de science participative chez Pl@ntNet et iNaturalist. Le peu d'information transmise sur les projets ne permet pas aux utilisateurs de mesurer la portée de leurs actions collectives d'identification. Pourtant, il a été reconnu par différents auteurs que les informations relatives à l'impact des actions des

participants étaient un élément central dans la motivation des utilisateurs à accomplir des tâches (Ellwood *et al.*, 2016 ; Wald *et al.*, 2015).

Finalement, la bonne évaluation de la qualité hédonique de LeafSnap s'explique en partie par les efforts de ludification apportée à l'application mobile. En proposant deux jeux de reconnaissance des végétaux, LeafSnap propose une approche différente de la transmission d'information qui a su plaire à la participante interrogée comme le démontre ses propos : « les jeux sont agréables, c'est ce que j'ai préféré de l'application ». Ce plaisir lié à l'utilisation de jeu est mentionné par Deterding (2012) qui reconnaît le pouvoir engageant et motivationnel de la ludification, ainsi que par Bowser *et al.* (2014) qui ont observé l'intérêt commun des utilisateurs de l'AMSP FloraCatching envers les jeux et le système de récompense proposé.

4.2 Amélioration de l'expérience utilisateur

Les résultats de l'évaluation de l'expérience utilisateur des trois applications convergent vers un potentiel de mobilisation des utilisateurs faible. Ces résultats ne soutiennent pas l'hypothèse d'utilisation de la technologie dans la mise en contact avec la nature. Il est donc pertinent d'émettre des recommandations d'amélioration visant la mobilisation des utilisateurs.

Pour rappel, le succès de mobilisation des utilisateurs d'une application mobile réside dans sa capacité à mesurer et améliorer quatre critères : la performance, le maintien, l'engagement et le modèle de monétisation (voir sous-section 1.1.4). Alors que la performance et le modèle de monétisation peuvent être améliorés en fonction de critères économiques et technologiques, le maintien et l'engagement peuvent être bonifiés à travers l'amélioration de l'expérience utilisateur.

4.2.1 L'engagement

Dans cette sous-section sont présentées des recommandations visant à améliorer l'originalité, la ludification ainsi que l'accessibilité de l'interface afin d'améliorer l'engagement des utilisateurs envers l'application.

Tout d'abord, l'originalité, liée à la dimension hédonique, est primordiale pour se distinguer face à une concurrence grandissante d'applications mobiles. Cette originalité permet la création d'une association positive entre l'application et l'utilisateur cristallisée par une expérience agréable et innovante comme c'est le cas pour Pokemon Go. Les AMSP proposent quelques exemples d'intégration de cette composante d'originalité à travers des projets tels que BatLib, qui a pour mission d'identifier les chauves-souris par l'ajout d'un détecteur d'ultrason ainsi que de New Forest Cicada Hunt qui intègre une approche collaborative pour la reconnaissance acoustique des cigales

de montages (*Cicadetta montana*) (Jepson & Ladle, 2015). Ces deux applications mobiles ont en commun une stratégie d'intégration de capteurs externes qui renforcent la capacité de détection humaine et facilitent l'identification d'espèces créant par le fait même une extension organique de l'individu (Longo, 2016). Cette stratégie d'extension organique de l'individu, déjà observée chez l'application Shazam à travers l'identification d'un morceau de musique en quelques secondes via l'application, va renforcer l'engagement des utilisateurs par la création d'une expérience originale et unique.

Ensuite, la ludification des applications mobiles est une stratégie à fort potentiel d'engagement des utilisateurs (Annetta, 2010 ; McGonigal, 2010). En effet, en 2015, 23 % des 41 millions d'applications téléchargées sur l'Apple Store appartenaient à la catégorie « Jeu ». De plus, cette catégorie présentait le taux de rétention le plus élevé avec une moyenne de 7,55 minutes par session comparées aux 30 secondes de moyenne de rétention de l'application Pl@ntNet⁴ (Statista, 2016b). L'intégration de la ludification aux applications de science participative a été analysée par Bowser *et al.* en 2014. Les auteurs ont étudié l'utilisation d'une application de science participative ludifiée auprès de deux groupes ayant un intérêt respectif pour la nature et les jeux. Ils montrent qu'il existe un consensus sur l'appréciation des utilisateurs envers les interactions sociales, la découverte de la nature et la compétition apportée par l'utilisation d'un jeu. Ces résultats concordent avec les bonnes notations des dimensions de stimulation et d'attractivité de l'application LeafSnap qui intègre un jeu d'identification dans son interface.

Néanmoins, malgré l'appréciation générale de la ludification cette stratégie véhicule un lot d'enjeu. Tout d'abord, la ludification par badges et récompenses peut mener à une baisse d'engagement des utilisateurs dû au manque d'effort lors de l'utilisation en raison d'une conception du jeu peu stimulante (Deterding, 2012). En effet, le peu de ressource associée aux projets d'AMSP ne permet souvent pas de consacrer un budget à la conception et au design de la ludification. Ce manque de budget a pour conséquence la création de systèmes de jeu ne répondant pas aux motivations des utilisateurs créant par le fait même une frustration (Rigby & Ryan, 2011). C'est ce qu'ont observé Bowser *et al.* (2014) dans leur groupe d'utilisateurs caractérisé par des individus n'ayant pas d'affinité pour les applications mobiles ludiques, et ce que la présente étude a aussi mis en évidence, dans l'application LeafSnap qui propose des jeux nécessitant des connaissances taxonomiques poussées. De plus, la ludification peut avoir pour conséquence la simplification de problématiques complexes amenant l'utilisateur à mal interpréter les enjeux de conservation. Par exemple, le projet MyconservationPark est introduit par une vidéo présentant un monde naturel menacé par le développement de la population humaine. Par la suite, cette menace est résolue

⁴ Observé pendant la période du 1^{er} au 30 septembre 2016 via Google Analytics

via l'éradication des braconniers par un système de jeu. Ainsi, la stratégie peut amener les utilisateurs à associer la problématique de menace de la biodiversité aux seules pratiques des braconniers (Sandbrook *et al.*, 2015). Ces enjeux de simplification des messages furent déjà soulevés dans de nombreux cas de marketing environnemental (Smith *et al.*, 2010). Finalement, l'intérêt des utilisateurs envers l'aspect ludique de l'application diminue à travers le temps (Sauerman & Franzoni, 2014). Néanmoins, malgré les enjeux que présente la ludification, les bénéfices d'engagement associés à son utilisation sont assez convaincants pour soutenir son intégration dans les AMSP.

Finalement, l'accessibilité des AMSP est un enjeu clef pour l'engagement de nouveaux utilisateurs (Horton & Quesenbery, 2014). Le concept d'accessibilité des interfaces technologiques prend forme dans les recommandations du WCAG qui sont compilées, depuis 2012, dans une norme ISO 40500 : 2012 (ISO, 2012). Ces recommandations visent à rendre le contenu Web et mobile accessible à un plus grand nombre de personnes ayant un handicap tel que la cécité, la basse vision, la surdité ou le trouble d'apprentissage, entres autres. En parallèle, on observe une prise de conscience gouvernementale et sociétale de l'importance de l'accessibilité dans les produits digitaux cristallisée par le lancement des dix principes de design inclusif du gouvernement britannique ou de l'explosion du *design thinking* mettant l'utilisateur au centre du développement de produit (Brown, 2009 ; Government of United Kingdom, s.d. ; Quesada, 2016). Ainsi, les AMSP doivent mettre l'accessibilité au centre de leur préoccupation, car elles permettent de développer des interfaces accessibles, viables et inclusives pour des minorités tout en engageant de nouveaux utilisateurs par l'élaboration de design minimaliste, viable et esthétique, mentionnés précédemment comme fondamentaux pour la qualité d'attraction (Horton & Quesenbery, 2014).

4.2.2 Le maintien

La présente section propose des recommandations visant l'amélioration du maintien des utilisateurs. Ainsi les thématiques suivantes seront abordées : réponse aux motivations des utilisateurs, incitatifs économiques et non économiques favorisant le maintien et concept de communauté virtuelle.

Tout d'abord, la capacité de réponse aux motivations des individus est un élément fondamental dans le maintien des utilisateurs. En effet, Rotman *et al* (2012) ont identifié que les incitatifs les plus puissants des AMSP étaient associés aux besoins personnels des utilisateurs. Ces incitatifs non monétaires se basent sur des facteurs internes tels que l'éducation, la sensibilisation, la stimulation intellectuelle ou la reconnaissance sociale (Rotman *et al.*, 2012 ; Wald *et al.*, 2016). Afin de répondre à ces besoins profonds, une segmentation des utilisateurs est nécessaire pour

chaque AMSP (Wald *et al.*, 2016 ; Ellwood *et al.*, 2016). Dans le cadre des trois AMSP étudiées, il est recommandé d'améliorer la transmission d'informations relatives aux spécificités et à l'avancé des projets afin de répondre au besoin de connaissances des utilisateurs tel qu'identifié lors des entrevues. En agissant de la sorte, les AMSP permettent de poser une action à faible coût, tout en augmentant leur potentiel de maintien des utilisateurs.

Les incitatifs économiques sont des outils complémentaires au maintien venant s'ajouter aux incitatifs non monétaires. En effet, l'application d'incitatifs économiques dans le domaine corporatif a révélé des résultats positifs dans la rétention des employés ainsi que dans la mise en place de politiques de santé et de sécurité (Emerton, 2000 ; Elsler *et al.*, 2011 ; Scott *et al.*, 2012). De prime abord, bien que l'utilisation de ces incitatifs économiques dans le domaine de la conservation de l'environnement ne remonte qu'à quelques années, ces résultats positifs semblent transférables aux AMSP souffrant d'un manque de rétention des utilisateurs (Sauermann & Franzoni, 2014). En effet, certains auteurs y voient un moyen intéressant pour maintenir les utilisateurs actifs par le biais de récompenses financières directes ou indirectes (bourses, rabais, etc.) qui vont grandement motiver le jeune public tel qu'observé dans le projet de *California Naturalist* (Bowser *et al.*, 2009 ; Deterding, 2012 ; Merenlender *et al.*, 2016).

Finalement, la création d'une communauté à travers des outils d'échanges, de transmission d'informations et de rencontres virtuelles est un élément fondamental au maintien des utilisateurs. En effet, la communauté est vitale au maintien des utilisateurs car elle permet d'amplifier leur sentiment d'appartenance, de favoriser les rencontres en temps réel et tisser des liens à long terme (Sakurai *et al.*, 2015 ; Kobori *et al.*, 2016). Pourtant, de récentes études démontrent le faible effort de création d'une communauté dans les projets de science participative intégrant la technologie (Wald *et al.*, 2016 ; Ellwood *et al.*, 2016). C'est le cas des trois AMSP qui ont révélé de grandes difficultés lors d'étapes cruciales de formation de la communauté lors de la création d'un profil, l'envoi de photos ou de messages. Ainsi, il est fondamental d'assurer une stabilité du fonctionnement de l'application, couplée à des outils de communication et d'identification des utilisateurs afin d'assurer la création d'une communauté visant le maintien des utilisateurs.

4.2.3 Vers une transformation transversale des AMSP

Les précédentes recommandations ont un objectif commun d'amélioration de l'expérience usager afin d'optimiser le potentiel de mobilisation des trois applications mobiles. Ces recommandations peuvent sembler complexes à intégrer dans une application mobile déjà développée. Afin de prévenir cette difficulté, il est recommandé d'intégrer ces recommandations dans la structure de

conception et de développement des applications à travers trois axes : (1) concevoir et développer en fonction des besoins, (2) de manière itérative et (3) universelle.

La nécessité de combler un besoin des utilisateurs est vitale pour le succès des applications mobiles. En effet, il a été mentionné précédemment que le succès, en termes d'engagement et de maintien des applications mobiles, provenait, en partie, d'une capacité de réponse à des besoins sociaux tels que la communication ou le sentiment d'appartenance (Rotman *et al.*, 2012 ; Lachée *et al.*, 2013). Or ces motivations peuvent varier d'un public à l'autre comme l'observent Merenlender *et al.* (2016) au sein du programme California Naturalist ainsi que Bowser *et al.* (2014) dans les différents groupes évaluant la ludification d'une AMSP. Ainsi, il est recommandé de favoriser une méthodologie de conception et de développement qui permettrait de confronter les besoins des institutions scientifiques, des développeurs, des designers et des participants cibles.

Afin de répondre à la diversité de motivations des utilisateurs, il est nécessaire d'employer un processus agile de conception et de développement. Ainsi, il est recommandé d'utiliser une approche itérative s'appuyant sur le *minimum viable product* (MVP) défini par Eric Ries (2009, p.1) comme suit :

« Une version d'un nouveau produit qui permet à l'équipe de conception et de développement de collecter un maximum de données d'apprentissage avec le moins d'effort de développement ».

Cette approche se décompose en six étapes détaillées dans le tableau 4.1: la compréhension, l'exploration, la définition, l'idéation et l'évaluation.

Tableau 4.1 Étapes et description du MVP

Étapes du MVP	Description
Compréhension	Analyser quantitativement les futurs utilisateurs afin de déterminer leurs besoins
Exploration	Définir visuellement le concept et élaborer les prémices
Définition	Fixer les principaux objectifs et fonctionnalités du produit en fonction de l'utilisateur et des critères à tester
Idéation	Créer une ébauche utilisable afin d'avoir une visualisation rapide et efficace du produit final
Évaluation	Soumettre le résultat à plusieurs utilisateurs afin de tester des conclusions hâtives mais suffisantes

Inspiré de Vermot (2015)

Cette approche itérative permet de concevoir et d'améliorer de manière continue des versions de l'application mobile qui partagent la même visée malgré des fonctionnalités différentes.

Finalement, il est primordial d'aborder les problématiques d'accessibilité des technologies comme il est mentionné dans la sous-section 4.2.2. Pour cela, il est recommandé d'intégrer la vision de design pour les « extrêmes » qui vise à concevoir un produit à partir des besoins des utilisateurs toutes catégories confondues sans les segmenter par besoins particuliers tel qu'illustrée à la figure 4.2 (Gonzales Ruis, 2015).

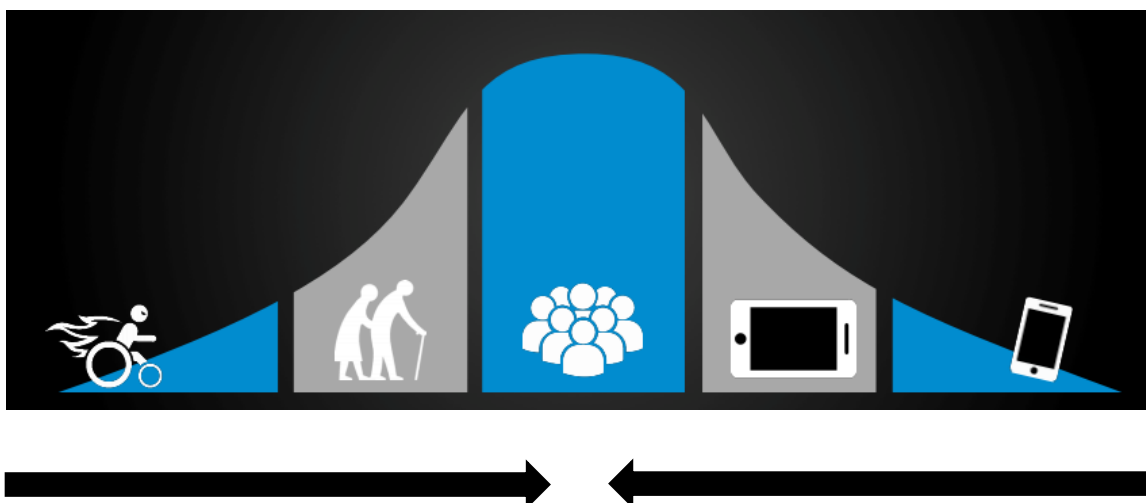


Figure 4.1 Illustration d'un développement de design par les extrêmes. Les flèches montrent le sens de développement afin d'atteindre la masse.

Modifié de Boudreau (2016).

Ainsi, ce processus de conception et développement peut répondre aux difficultés des AMSP à mobiliser les usagers à travers une expérience utilisateur inclusive, centrée sur les besoins des utilisateurs et continuellement en amélioration.

4.2.4 Perspectives d'études futures

Le présent essai a évalué l'expérience utilisateur de trois AMSP afin d'émettre des recommandations d'augmentation de leur potentiel de mobilisation. Ces recommandations permettront d'engager et de maintenir l'utilisateur actif afin d'augmenter le contact des usagers avec la nature et de viser l'amélioration de leur sensibilisation à l'environnement et par extension de favoriser les comportements pro-environnementaux. Cependant, malgré la prise en compte des précédentes recommandations favorisant le maintien et l'engagement des utilisateurs, il n'est pas assuré que les usagers développent une sensibilité à l'environnement. D'ailleurs, peu d'études ont évalué l'impact de l'utilisation des AMSP dans la sensibilisation à l'environnement des utilisateurs.

Afin de combler ce manque et pour saisir le lien entre mobilisation et sensibilisation des utilisateurs, il serait intéressant d'évaluer le niveau de sensibilité environnementale pré et post utilisation d'une AMSP. Cette étude permettrait de saisir le rôle des AMSP dans l'adoption de comportements pro-environnementaux.

Conclusion

La démocratisation des applications mobiles, supportée par l'accès à la téléphonie mobile, a de nombreux effets sur les comportements des utilisateurs, notamment la diminution du temps libre des utilisateurs, temps auparavant associé aux activités sportives, de récréation ou de contact avec la nature. Parallèlement, de nombreuses organisations ont profité des développements technologiques pour déployer une stratégie de collecte d'information par les applications mobiles de science participative (AMSP), à portée environnementale, qui visent à faire participer des individus dans des projets scientifiques à travers la collecte de données, tout en incitant le contact entre la nature et les participants. Cependant, plusieurs auteurs ont remarqué des difficultés d'engagement et de maintien des individus, défini comme potentiel de mobilisation, autour des AMSP. En effet, il semble que beaucoup d'AMSP aient été développées dans le seul objectif de collecte de données à faible coût sans prendre en compte les attentes des utilisateurs. Pourtant, il est primordial de considérer les motivations des utilisateurs afin d'élaborer des AMSP ayant un fort potentiel de mobilisation.

Dans ce cadre, la présente étude poursuivait trois objectifs : (1) dresser un portrait du succès des applications mobiles en lien avec l'expérience utilisateur et les sciences participatives (2) évaluer l'expérience utilisateur de trois applications mobiles de science participative afin d'en saisir les zones de performance positive et négative, (3) émettre des recommandations d'amélioration favorisant la mobilisation des utilisateurs. Les trois objectifs ont été atteints grâce à une revue de la littérature (objectif 1), à l'identification de trois AMSP et à l'évaluation de l'expérience utilisateur par la méthodologie de l'UEQ (objectif 2), ainsi qu'à l'interprétation des résultats et à l'élaboration de recommandations en fonction de la littérature existante (objectif 3).

Ce faisant, les trois applications mobiles évaluées Pl@ntNet, iNaturalist et LeafSnap présentent des différences d'appréciation de l'expérience utilisateur qui s'illustrent par une bonne appréciation de LeafSnap, une appréciation moyenne pour iNaturalist et une notation moyenne-mauvaise pour Pl@ntNet. Néanmoins, malgré ces différences, des critères communs déterminant l'appréciation des participants ressortent dans le chapitre 4. Tout d'abord, la majorité des participants ont été attirés par la mission environnementale des trois applications. Ce critère rejoint les observations de divers auteurs sur le potentiel des AMSP dans la réalisation de besoins d'implication des individus. Ensuite, les participants ont mentionné que l'approche d'identification des végétaux était une voie originale et attractive pour mobiliser les individus. Cette observation rejoint des études entourant l'importance de l'originalité dans la qualité d'attraction des applications mobiles. De plus, les stratégies de ludification de l'expérience utilisateur, à travers des jeux de reconnaissances des

végétaux, ont été grandement appréciées par les participants. À l’opposé, des problèmes ont été mis de l’avant tels que le nombre d’effondrements, l’incapacité à répondre aux motivations des utilisateurs, ainsi que les designs peu attractifs et surchargés.

Des recommandations d’amélioration de l’expérience utilisateur ont été formulées dans le chapitre 4 afin d’optimiser le potentiel de mobilisation des AMSP. La bonification de ce potentiel doit passer par l’engagement des utilisateurs, à travers l’amélioration de l’originalité, de la ludification et de l’accessibilité de l’interface, ainsi que par le maintien des utilisateurs, par le biais de la prise en considération de leurs motivations, de la mise en place d’incitatifs économiques et non monétaires ou de l’utilisation d’outils favorisant la création de communautés. Ces recommandations doivent s’intégrer à une transformation transversale de la conception et du développement des AMSP qui doit être plus centrée sur les intérêts des utilisateurs et l’accessibilité des minorités (ethnie, appartenance politique, classes sociales, handicap), tout en étant fondamentalement itératif.

Il est pertinent de se questionner sur l’utilisation des applications mobiles, et à plus grande échelle des technologies, comme stratégie de rapprochement entre les individus et la nature. Tout d’abord, l’utilisation des technologies numériques est associée à un phénomène de fracture numérique et sociale, s’illustrant par des difficultés d’accès des minorités aux outils numériques (Lopes *et al.*, 2010). Cette fracture ne semble pas être considérée lors du développement des AMSP. Enfin, l’utilisation de la technologie comme point connecteur entre la nature et l’humain semble un choix paradoxal. En effet, les technologies numériques paraissent éloigner l’individu de son environnement social et naturel (McPherson *et al.*, 2006). De plus, l’emploi d’une relation homme-technologie-nature peut avoir pour conséquence la création d’un phénomène délicat où la technologie devient un élément indispensable à l’appréciation de la nature (Büscher, 2016)

En conclusion, les AMSP, au-delà de leurs capacités à récolter des données scientifiques de qualités, présentent un potentiel de mobilisation, menant à une avenue de sensibilisation à l’environnement des individus, qui doit s’activer à travers une expérience utilisateur centrée sur les intérêts des utilisateurs, par le biais d’efforts constants et itératifs de syntonisation entre développeurs, équipes scientifiques et participants.

Liste des références

- Agar, J. (2013). *Constant touch: A global history of the mobile phone*. Cambridge, Icon Books Ltd, 77 p.
- Agence Science Presse (2016). Urbanisation et santé publique : reconnecter avec la nature en ville *In* Hinnovic, *Blogue*. <http://www.sciencepresse.qc.ca/blogue/2016/08/19/urbanisation-sante-publique-reconnecter-nature-ville> (page consultée le 10 avril 2017).
- All About Ux, (2015). All UX evaluation method. *In* All About Ux, Information for user experience professionals. <http://allaboutux.org/all-methods> (page consultée le 15 septembre 2016).
- Annetta, L.A. (2010). "The "I's" have it: a framework for serious educational game design." *Rev. Gen. Psychol.*, vol. 14, p. 105-112.
- Aono Y, Kazui K (2008). Phenological data series of cherry tree flowering in Kyoto, Japan, and its application to reconstruction of springtime temperatures since the 9th century. *Int J Climatol* vol. 28, p. 905–914.
- App Annie. (2016). *Rétrospective App Annie 2015*. Paris, App Annie, 72 p. <https://www.appannie.com/fr/insights/market-data/app-annie-2015-retrospective/> (page consultée le 21 octobre 2016).
- App dynamics (2015). 16 metrics to ensure mobile app success. *In* Appdynamics, *Media* <https://www.appdynamics.com/media/uploaded-files/1432066155/white-paper-16-metrics-every-mobile-team-should-monitor.pdf> (page consultée le 15 septembre 2016).
- Arts, K., van der Wal, R., & Adams, W. M. (2015). Digital technology and the conservation of nature. *Ambio*, vol. 44, no. 4, p. 661-673.
- Benkler, Y., & Nissenbaum, H. (2006). Commons-based peer production and virtue. *Journal of Political Philosophy*, vol. 14, no 4, p. 394-419.
- Ben-Zeev, D., Kaiser, S. M., Brenner, C. J., Begale, M., Duffecy, J., & Mohr, D. C. (2013). Development and usability testing of FOCUS: A smartphone system for self-management of schizophrenia. *Psychiatric rehabilitation journal*, vol 36, no 4, p. 289.
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, vol. 59, no 11, p. 977-984.
- Boudreau D. (2016). *One size does not fit all - Designing for some of the largest minorities of the web*. Montréal, Ay11Mtl, WeWork. 55 p.
- Bowser, A., Hansen, D., Preece, J., He, Y., Boston, C., & Hammock, J. (2014). Gamifying citizen science: a study of two user groups. *Proceedings of the companion publication of the 17th ACM conference on Computer supported cooperative work & social computing*, p. 137-140.

- Brossard D, Lewenstein B, and Bonney R. (2005). Scientific knowledge and attitude change: the impact of a citizen science project. *International Journal of Science Education*, vol. 27, p. 1099-1121.
- Brown, T. (2009). *Change by design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Toronto, Harper Collins, 272 p.
- Buley, L. (2013). *The user experience team of one*. Brooklyn, Rosenfeld Media, 264 p.
- Büscher, B. (2016). Nature 2.0: Exploring and theorizing the links between new media and nature conservation. *New media & society*, vol. 18, no 5, p. 726-743.
- Chawla, L., (1998). Significant life experiences revisited: A review of research on sources of environmental sensitivity. *The Journal of Environmental Education*, vol. 29, p. 11-21.
- Chitturi, R., Raghunathan, R., & Mahajan, V. (2008). Delight by design: The role of hedonic versus utilitarian benefits. *Journal of Marketing*, vol 72 no 3, p. 48-63.
- Clark J., (2012). *History of Mobile Application*. Note de cours, University of Kentucky, Lexington, États-Unis, 26 p.
<http://www.uky.edu/~jclark/mas490apps/History%20of%20Mobile%20Apps.pdf> (page consultée le 10 octobre 2016).
- Deterding, S. (2012). Gamification: designing for motivation. *Interactions*, vol. 19, no 4, p. 14-17.
- Dickinson JL, Bonney R (2012). *Citizen Science: Public Participation in Environmental Research*. Ithaca, Cornell University Press, 300 p.
- Dickinson, J. L., Shirk, J., Bonter, D., Bonney, R., Crain, R. L., Martin, J., ... & Purcell, K. (2012). The current state of citizen science as a tool for ecological research and public engagement. *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 10 no 6, p. 291-297.
- Dreyfuss, H. (1955). *Designing for people*. New York, Skyhorse Publishing Inc., 285 p.
- Dogtiev, A. (2016) Pokemon Go usage and revenue statistics. *In App stats*.
<http://www.businessofapps.com/pokemon-go-usage-revenue-statistics/> (page consultée le 6 février 2017).
- Elejalde-Ruiz, A. (2017). Should workers get overtime for answering emails after hours? *In Chicago Tribune*.
<http://www.chicagotribune.com/business/ct-overtime-smartphones-0720-biz-20150717-story.html> (page consultée le 09 mai 2017).
- Ellwood, E. R., Crimmins, T. M., & Miller-Rushing, A. J. (2016). Citizen science and conservation: Recommendations for a rapidly moving field. *Biological Conservation*. Vo. 208, p 1-4.
- Elsler, D., Heyer, A., Kuhl, K., Eeckelaert, L., Chatzigiannoglou, C., Maier, A., ... & Steiger, O. (2011). *How to create economic incentives in occupational safety and health: A practical guide*. Allemagne, European Agency for Safety and Health at Work, 33 p.
https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/literature_reviews/guide-economic-incentives (page consultée le 6 avril 2017)

- Emarketer (2015a). 2 Billion Consumers Worldwide to Get Smart(phones) by 2016. In Emarket, *emarketer*. <http://www.emarketer.com/Article/2-Billion-Consumers-Worldwide-Smartphones-by-2016/1011694> (page consulté le 14 août 2016).
- Emarketer (2015b). In Canada, Mobile Drives Significant Gains in Time Spent with Media. In Article. <https://www.emarketer.com/Article/Canada-Mobile-Drives-Significant-Gains-Time-Spent-with-Media/1012535> (page consultée le 30 janvier 2016).
- Emerton, L. (2000). *Using economic incentives for biodiversity conservation*. Union internationale pour la conservation de la nature (IUCN). 26 p. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/PDF-2000-002.pdf> (page consultée le 12 février 2017).
- Fang, J., Zhao, Z., Wen, C., & Wang, R. (2017). Design and performance attributes driving mobile travel application engagement. *International Journal of Information Management*, vol. 37, no 4, p. 269-283.
- Favreau A. (2013) 7 In-Demand Careers in Design and Planning. In Brazenblog, *Marketingl*. <http://www.brazen.com/blog/archive/job-search/7-in-demand-careers-in-design-and-planning/> (page consultée le 21 octobre 2016).
- Geronimo (2015). Les principaux KPI à suivre pour mesurer le succès de son application mobile In Geronimo Agency, *Conseils*. <http://www.geronimo-agency.com/les-principaux-kpi-a-suivre-pour-mesurer-le-succes-de-son-application-mobile/> (page consultée le 15 septembre 2016).
- Government of United Kingdom. (s.d.). Design principles. In Government digital services. <https://www.gov.uk/design-principles#sixth> (page consultée le 10 février 2017).
- Graham, G. G., Cox, J., Simmons, B., Lintott, C., Masters, K., Greenhill, A., & Holmes, K. (2015). How is success defined and measured in online citizen science: a case study of Zooniverse projects? *Computing in science and engineering*, vol. 99, 22 p.
- Grut W. (2015). Apple's iPhone: The most profitable product in history. In Independent, *Business Analysis and Features*. <http://www.independent.co.uk/news/business/analysis-and-features/apples-iphone-the-most-profitable-product-in-history-10009741.html> (page consultée le 19 octobre 2016).
- Hassenzahl M., Law E., Hvannberg, E. T. (2006). User Experience: Towards a unified view. *UX WS NordiCHI*, vol. 6, p. 1–3.
- Hassenzahl, M., Platz, A., Burmester, M., & Lehner, K. (2000). Hedonic and ergonomic quality aspects determine a software's appeal. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, p. 201-208.
- Havens K, Henderson S (2013). Citizen science takes root. *Am Sci*. vol. 101, p.378–385
- Heimlich JE, and Ardoin NM. (2008). Understanding behavior to understand behavior change: a literature review. *Environmental Education Research*, vol. p. 1215-237.
- Hercher, (2015). App Developers fight a saturated market. In Ad Exchanger. <http://adexchanger.com/mobile/app-developers-fight-a-saturated-market/> (page consultée le 18 octobre 2016).

- Horton, S., & Quesenbery, W. (2014). *A web for everyone: designing accessible user experiences*. Brooklyn, Rosenfeld Media, 325 p.
- Information and Communications Technology Council (ICTC), (2014). *The Applification of Everything*. Ottawa, ICTC, 39 p.
- Jepson, P., & Ladle, R. J. (2015). Nature apps: Waiting for the revolution. *Ambio*, vol. 44, no 8, p. 827-832.
- Kim, Y. H., Kim, D. J., & Wachter, K. (2013). A study of mobile user engagement (MoEN): Engagement motivations, perceived value, satisfaction, and continued engagement intention. *Decision Support Systems*, vol. 56, p 361-370.
- Kobori, H., Dickinson, J. L., Washitani, I., Sakurai, R., Amano, T., Komatsu, N., ... & Miller-Rushing, A. J. (2016). Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation. *Ecological Research*, vol. 31, no 1, p. 1-19.
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, vol.8 no 3, p. 239-260.
- Kumar, M. (2011). Impact of the Evolution of Smart Phones in Education Technology and its Application in Technical and Professional Studies: Indian Perspective. *Cornell University Library*. 11 p.
- Lacohée H., Wakeford L. and Pearson I. (2003). A social history of the mobile telephone with a view of its future. *Bt technology Journal*, Vol. 21, No 3, 10 p.
- Lallemand, C. (2014). *Évaluation de l'expérience utilisateur*. Journées thématiques ateliers UX, Université du Luxembourg, Luxembourg, 60 p.
- Laird S. (2012). How Smartphones Are Changing Health Care. In Mashable, *Lifestyle*. <http://mashable.com/2012/09/26/smartphones-health-care-infographic/#RFmRChWXukqc> (page consultee le 21 octobre 2016).
- Lajunen, H. R., Keski-Rahkonen, A., Pulkkinen, L., Rose, R. J., Rissanen, A., & Kaprio, J. (2007). Are computer and cell phone use associated with body mass index and overweight? A population study among twin adolescents. *BMC public health*, vol. 7, no 1, p. 24.
- Leboeuf, M., Dumas, R., & Ellis, V. (2013). L'éducation environnementale en milieu urbain : l'exemple du marécage Tylee à Rosemère. *Le Naturaliste canadien*, vol 137, no. 2, p. 28-33.
- Les affaires, (2016). Apple a vendu plus d'un milliard d'iPhone depuis 2007, In Les affaires, *Économie*. <http://affaires.lapresse.ca/economie/technologie/201607/27/01-5005012-apple-a-vendu-plus-dun-milliard-diphone-depuis-2007.php> (page consultée le 19 octobre 2016).
- Longo J. (2016). VCS: Virtual citizen science is dead. Long-live virtual citizen-ship. In Content. <https://policyinformatics.asu.edu/content/vcs-virtual-citizen-science-dead-long-live-virtual-citizen-ship> (page consultée le 5 février 2017).

- Lopes, R., Gomes, D., & Carriço, L. (2010). Web not for all: a large scale study of web accessibility. *Proceedings of the 2010 International Cross Disciplinary Conference on Web Accessibility (W4A)*, ACM, p.10.
- Louv, R. (2009). Do our kids have nature-deficit disorder. *Educational Leadership*, vol. 67, no 4, p. 24-30.
- McGonigal, J. (2010). *Reality is broken: how can videogames save the world*. New York, Penguin Press, 248 p.
- McPherson, M., Smith-Lovin, L. & Brashears, M. E. (2006) 'Social isolation in America', *American Sociological Review*, vol. 71, no. 3, p. 353–375.
- Merenlender, A. M., Crall, A. W., Drill, S., Prysby, M., & Ballard, H. (2016). Evaluating environmental education, citizen science, and stewardship through naturalist programs. *Conservation Biology*, vol. 30, no 6, p. 1255-1265.
- Mulligan, M., & Card, D. (2014). Sizing the EU app economy. *Retrieved January*, vol. 10, 16 p.
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. In Grinter *et al.*, *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, p. 249-256.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Elsevier. 362 p.
- Nielsen, J., (2000). Définition du terme : téléphone mobile. In OQLF, *fiche terminologique*. http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8360216 (page consultée le 20 octobre 2016).
- Nielsen Institute, (2015). Why you only need to test with 5 users. In Articles, *Nielsen Norman Groupe*. <https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/> (page consultée le 19 février 2017).
- OQLF (Office québécois de la langue française), (2016). Définition du terme : expérience utilisateur. In OQLF, *fiche terminologique*. http://www.gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8870544 (page consultée le 12 mars 2017).
- Office québécois de la langue française, (2013). Définition du terme : application mobile. In OQLF, *fiche terminologique*. http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8360216 (page consultée le 20 octobre 2016).
- Organisation internationale de normalisation (ISO) (2010). Ergonomics of human-system interaction. Human centred design for interactive systems. Genève, ISO, 32 p. (Norme ISO 9241-210).
- Organisation internationale de normalisation (ISO) (2012). Technologies de l'information -- Règles pour l'accessibilité des contenus Web (WCAG) 2.0. Genève, ISO, 47 p. (Norme ISO 40500 : 2012).
- Peters, T., Işık, Ö., Tona, O., & Popovič, A. (2016). How system quality influences mobile BI use: The mediating role of engagement. *International Journal of Information Management*, vol. 34 no. 5, p. 773-783.

- Pruneau, D. (1995). *Conception et expérimentation d'un processus de formation en cours d'emploi destiné à inciter les enseignants du préscolaire et du primaire à agir en éducation relative à l'environnement*. Thèse de doctorat, Université Laval, Québec.
- Pruneau, D., Gravel, H., & Ouattara, I. (2002). Les relations que les adolescents entretiennent avec leur environnement. *Revue des sciences de l'éducation*, vol 28, no 3, p. 565-585.
- Putnam, R. (1995). Bowling alone: America's declining social capital. *Journal of Democracy*, vol.6. p.65–78.
- Quesada R. (2016). Designing for everyone. *In* Medium. <https://medium.com/@rafaelquesada/designing-for-everyone-5bdda6fdcc1c#.u85sfza8e> (page consultée le 11 février 2017).
- Reed, J., Rodriguez, W., & Rickhoff, A. (2012). A framework for defining and describing key design features of virtual citizen science projects. *In Proceedings of the 2012 iConference*, p. 623-625.
- Ries E. (2009). Minimum viable product: a guide. *In* Startup lessons learned. <http://www.startuplessonslearned.com/2009/08/minimum-viable-product-guide.html> (page consultée le 12 avril 2017).
- Rigby, s. and Ryan, R. (2011). *Glued to Games: How Video Games Draw Us In and Hold Us*. Spellbound.Praeger. New York. 186 p.
- Rochon, (2014). Le marché des applications mobiles est-il saturé ? *In* MacQuébec. <http://macquebec.com/marche-applications-mobiles-il-sature/> (page consultée le 19 octobre 2016).
- Rotman, D., Preece, J., Hammock, J., Procita, K., Hansen, D., Parr, C., ... & Jacobs, D. (2012). Dynamic changes in motivation in collaborative citizen-science projects. *In Poltrock et al., Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work*, p. 217-226.
- Rushdan Tariq A., (2015). A brief history of user experience. *In* Blog, *uI uX*, <http://blog.invisionapp.com/a-brief-history-of-user-experience/> (page consultée le 19 octobre 2016).
- Sakurai R, Kobori H, Nakamura M, Kikuchi T (2015) Factors influencing public participation in conservation activities in urban areas: a case study in Yokohama. *Japan. Biol Conserv*, vol 43, p. 184-224.
- Sandbrook, C., Adams, W. M., & Monteferri, B. (2015). Digital games and biodiversity conservation. *Conservation Letters*, vol.8, no 2, p. 118-124.
- Sarwar, M., & Soomro, T. R. (2013). Impact of Smartphone's on Society. *European Journal of Scientific Research*, vol. 98, no 2, p. 216-226.
- Sauermann, H., & Franzoni, C. (2015). Crowd science user contribution patterns and their implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 112, no 3, p. 679-684.

- Schrepp, M., Hinderks, A., & Thomaschewski, J. (2014). Applying the User Experience Questionnaire (UEQ) in different evaluation scenarios. *Springer International Publishing* p. 383-392.
- Schrepp M. (2015) *User Experience, Questionnaire Handbook*. Berlin, User Experience Questionnaire. 12 p.
- Scott, D. (2012). *Retention of key talent and the role of rewards*. Scottsdale, Arizona, WorldatWork Journal, 19 p. <https://www.worldatwork.org/adimLink?id=62016> (page consultée le 09 avril 2017).
- Shen et Blau (2013). Forecast: Mobile App Stores, Worldwide, 2013 Update. *In Gartner, Documents*. <https://www.gartner.com/doc/2584918/forecast-mobile-app-stores-worldwide> (page consultée le 08 novembre 2017)
- Shirky C. (2010). *Cognitive surplus: creativity and generosity in a connected age*. New York, Penguin Press, 256 p.
- Silvertown, J. (2009). A new dawn for citizen science. *Trends in ecology & evolution*, vol. 24 no 9, p. 467-471.
- Smith, R.J., Veríssimo, D. & MacMillan, D.C. (2010). Marketing and conservation: how to lose friends and influence people. *In* N. Leader-Williams, W.M. Adams & R.J. Smith, *Trade-offs in conservation: deciding what to save*, p. 251, Oxford, Wiley-Blackwell.
- Statista. (2016a). Cumulative number of apps downloaded from the Google Play as of May 2016 (in billions). *In Statista, Internet et Apps*. <https://www.statista.com/statistics/281106/number-of-android-app-downloads-from-google-play/> (page consultée le 18 octobre 2016).
- Statista. (2016b). Most popular Apple App Store categories in December 2016, by share of available apps. *In Mobile internet & Apps, Internet, Industries*. <https://www.statista.com/statistics/270291/popular-categories-in-the-app-store/> (page consultée le 5 février 2017).
- Statista. (2017). Number of smartphones sold to end users worldwide from 2007 to 2016 (in million units). *In Telecommunications, Technology & Telecommunications, Industries*. <https://www.statista.com/statistics/263437/global-smartphone-sales-to-end-users-since-2007/> (page consultée le 3 avril 2017).
- Udland, J. (2016). The era of mobile app is over. *In Business Insider, Market*. <http://www.businessinsider.com/the-era-of-the-mobile-app-is-over-2016-6> (page consultée le 19 octobre 2016).
- Uzunboyu, H., Cavus, N., & Ercag, E. (2009). Using mobile learning to increase environmental awareness. *Computers & Education*, vol. 52, no 2, p. 381-389.
- Vermot H. (2015). Tout ce qu'il faut savoir sur le MVP : Minimum viable product. *In Newflux*. <https://newflux.fr/2015/06/30/principe-et-fonctionnement-dun-produit-minimum-viable-mvp/> (page consultée le 12 avril 2017).
- Wald, D. M., Longo, J., & Dobell, A. R. (2016). Design principles for engaging and retaining virtual citizen scientists. *Conservation Biology*, vol. 30, no 3, p. 562-570.

Wyatt, T., & Krauskopf, P. (2012). E-health and nursing: using smartphones to enhance nursing practice. *Online Journal of Nursing Informatics*, vol. 16, no 2.

Zooniverse (2017). Projects. *In* Zooniverse. <https://www.zooniverse.org/> (page consultée le 10 avril 2017).

Annexe 1 : Bibliographie

- Al Mosawi, A., & Wali, E. A. (2015). Exploring the potential of mobile applications to support learning and engagement in elementary classes. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, vol. 7 n.2, p. 33-44.
- Ballard, H. L., Dixon, C. G., & Harris, E. M. (2016). Youth-focused citizen science: examining the role of environmental science learning and agency for conservation. *Biological Conservation*. 10 p.
- Bandura, A. (2002). Environmental sustainability by sociocognitive deceleration of population growth. *The psychology of sustainable development*, p. 209-238.
- Ben-Zeev, D., Kaiser, S. M., Brenner, C. J., Begale, M., Duffecy, J., & Mohr, D. C. (2013). Development and usability testing of FOCUS: A smartphone system for self-management of schizophrenia. *Psychiatric rehabilitation journal*, vol. 36 no 4, p. 289.
- Buller, D. B., Borland, R., Bettinghaus, E. P., Shane, J. H., & Zimmerman, D. E. (2014). Randomized trial of a smartphone mobile application compared to text messaging to support smoking cessation. *Telemedicine and e-Health*, vol. 20 no 3, p. 206-214.
- Creative Commons (s. d.). CC-BY-NC-SA 2.5 (Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage dans les Mêmes Conditions). In Creative Commons, *Licence*. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/ca/deed.fr> (page consultée le 20 juillet 2016).
- Dickinson, J. L., Zuckerberg, B., & Bonter, D. N. (2010). Citizen science as an ecological research tool: challenges and benefits. *Annual review of ecology, evolution and systematics*, vol. 41.
- Drill, S. (2013). Mobile Applications for Participatory Science. *Journal of Extension*, vol. 51, no 1, 3 p.
- Grey, A., Owen, L., & Bolling, K. (2000). *A breath of fresh air: tackling smoking through the media*. Toronto, Health Development Agency. 44 p.
- Harris, T. (2016). What is time well spent? (Part 1) : Design distinctions. <http://www.tristanharris.com/2015/09/what-is-time-well-spent-design-distinctions> (page consultée le 5 février 2017).
- Jordan R. C., Gray S., Howe D., Brooks W., & Ehrenfeld J. (2011). Knowledge gain and behavior change in citizen-science programs. *Conservation Biology*, vol. 25, p. 1148-1154.
- Kafka P. (2016). The app boom is over. In Articles. <http://www.recode.net/2016/6/8/11883518/app-boom-over-snapchat-uber> (consultée le 10 février 2017).
- Ledford, C. J., Canzona, M. R., Cafferty, L. A., & Hodge, J. A. (2016). Mobile application as a prenatal education and engagement tool: A randomized controlled pilot. *Patient education and counseling*, vol. 99, no 4, p. 578-582.
- Lee, S. G., Trimi, S., & Kim, C. (2013). The impact of cultural differences on technology adoption. *Journal of World Business*, vol 48, no 1, p. 20-29.
- Matejun M., Dębska S. (2010). Non-Economic Incentives to Motivate Employees. In Lewicka D., *Organization Management. Competitiveness, Social Responsibility, Human Capital*, (p.91). University of Science and Technology Press, Krakow.

- Michelik, F. (2008). La relation attitude-comportement : un état des lieux. *Éthique et économie*, 11 p. https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/3417/2008v6n1_MICHELIK.pdf;jsessionid=1949FBBED3A9D4548B69D4D889CFB613?sequence=1 (page consultée le 26 août 2016).
- Newman, G., Zimmerman, D., Crall, A., Laituri, M., Graham, J., & Stapel, L. (2010). User-friendly web mapping: lessons from a citizen science website. *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 24 no 12, p. 1851-1869.
- Nov, O., Arazy, O., & Anderson, D. (2014). Scientists@ Home: what drives the quantity and quality of online citizen science participation? *PloS one*, vol. 26, no 4. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0090375> (page consultée le 16 août 2016).
- Raddick, M. J., Bracey, G., Gay, P. L., Lintott, C. J., Murray, P., Schawinski, K., ... & Vandenberg, J. (2009). Galaxy zoo: Exploring the motivations of citizen science volunteers. *arXiv preprint arXiv*. 27 p.
- Sullivan, B. L., Aycrigg, J. L., Barry, J. H., Bonney, R. E., Bruns, N., Cooper, C. B., ... & Fink, D. (2014). The eBird enterprise: an integrated approach to development and application of citizen science. *Biological Conservation*, vol. 169, p. 31-40.
- Tulloch, A. I., Possingham, H. P., Joseph, L. N., Szabo, J., & Martin, T. G. (2013). Realising the full potential of citizen science monitoring programs. *Biological Conservation*, vol. 165, p. 128-138.

Annexe 2 : Questionnaire de l'UEQ

	1	2	3	4	5	6	7		
Agacant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Réjouissant	1
Incompréhensible	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Compréhensible	2
Créatif	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Monotone	3
D'utilisation facile	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	D'utilisation difficile	4
Précieux	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Médiocre	5
Ennuyeux	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Captivant	6
Inintéressant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Intéressant	7
Imprévisible	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Prévisible	8
Rapide	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lent	9
Original	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Conventionnel	10
Handicapant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Aidant	11
Bien	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mauvais	12
Compliqué	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Simple	13
Repoussant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Attirant	14
Commun	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inédit	15
Désagréable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Agréable	16
Prédictible	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Imprévisible	17
Stimulant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Soporifique	18
Répond aux attentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ne répond pas aux attentes	19
Inefficace	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Efficace	20
Clair	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Confus	21
Non pragmatique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pragmatique	22
Sobre	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Surchargé	23
Attrayant	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Rébarbatif	24
Sympathique	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Antipathique	25
Conservateur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Innovant	26

Source : Schrepp (2015)

Annexe 3 : Interview semi-dirigée

Rappel des dimensions

- Attraction - Impression globale du produit. Est-ce que les utilisateurs apprécient ou n'apprécient pas le produit ?
- Compréhensibilité - Est-ce facile de maîtriser le produit ? Est-ce facile d'apprendre à l'utiliser ?
- Efficacité - Est-ce que les utilisateurs peuvent réaliser les tâches nécessaires sans trop d'efforts ?
- Contrôlabilité - Est-ce que l'utilisateur se sent en contrôle de l'application ? Est-ce qu'il se sent accompagné par l'application ?
- Stimulation - Est-ce motivant et stimulant d'utiliser l'application ?
- Originalité - Est-ce que le produit est innovant et créatif ? Est-ce que le produit a saisi l'intérêt de l'utilisateur ?

1. Attraction

Vous avez évalué l'attraction de l'application à (*insérer note*) sur 7. Vos termes descriptifs choisis ont été (*insérer termes*). Pouvez-vous expliquer votre ressenti face à l'attractivité de l'application avec vos propres mots ? Veuillez détailler votre réponse.

2. Compréhensibilité

Votre évaluation estime votre compréhension de l'application est de (*insérer note*) sur 7 à travers des termes tels que (*insérer termes*). Est-ce qu'il fut facile d'utiliser l'application, de maîtriser ce produit ? Veuillez détailler votre réponse.

3. Efficacité

Votre évaluation sur l'efficacité est de (*insérer note*) sur 7 avec l'utilisation de termes tels que (*insérer termes*). Avez-vous pu réaliser toutes les tâches de l'application sans trop d'efforts ? Veuillez détailler votre réponse.

4. Contrôlabilité

Votre évaluation de la contrôlabilité de l'application est de (*insérer note*) sur 7 avec l'utilisation de termes tel que (*insérer note*). Étiez-vous à l'aise dans l'utilisation courante de l'application ? Veuillez détailler votre réponse.

5. Stimulation

Votre évaluation de la stimulation est de (*insérer note*) sur 7 avec l'utilisation de termes tel que (*insérer termes*). Avez-vous ressenti de l'excitation lors de l'utilisation de l'application ? Veuillez détailler votre réponse.

6. Originalité

Votre évaluation de l'originalité de l'application est de (*insérer note*) sur 7 avec l'utilisation de termes tels que (*insérer termes*). Estimez-vous que l'application soit originale et propose une expérience unique ? Veuillez détailler votre réponse.

7. Commentaires généraux

Quelles sont vos commentaires généraux face à l'expérience utilisateur proposée par l'application ? Veuillez détailler votre réponse.